

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-191774  
 (43)Date of publication of application : 09.07.2003

(51)Int.CI.

B60K 41/00  
 B60G 17/015  
 B60R 16/02  
 B60R 21/00  
 B60T 8/00  
 B60T 8/58  
 B62D 6/00  
 // B60K 6/02  
 B62D101:00  
 B62D111:00  
 B62D113:00  
 B62D119:00  
 B62D127:00  
 B62D133:00  
 B62D137:00

(21)Application number : 2001-395871  
 (22)Date of filing : 27.12.2001

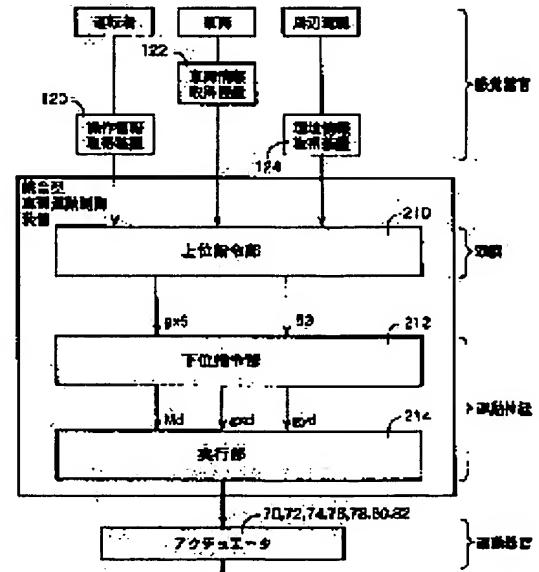
(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (72)Inventor : KOIBUCHI TAKESHI  
 MIYANOCHI SHOICHI

## (54) INTEGRATED VEHICULAR MOTION CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To properly hierarchize software constitution of a device which controls a plurality of actuators integrally in order to execute a plurality of kinds of motion control in a vehicle and to optimize the hierarchical structure in terms of practicality thereof.

**SOLUTION:** The software constitution is hierarchized so as to contain (a) command units 210, 212 which decides a target vehicle state quantity based on drive related information, and (b) an execution unit 214 which receives the decided target vehicle state quantity as a command from the command units and executes the received command via at least one of the plurality of actuators 70-82. The command units contain a top command unit 210 which decides a first target vehicle state quantity based on the drive related information without considering the dynamic behavior of a vehicle, and a lower command unit 212 which considers the dynamic behavior of the vehicle based on the first target vehicle state quantity received from the top command unit, and decides a second target vehicle state quantity.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS****[Claim(s)]**

[Claim 1] By controlling two or more actuators by the computer integrative based on the operation related information relevant to operation of the car by the operator It is the integrated mold car movement control unit which performs two or more kinds of car kinematic control in said car. Of the hardware configuration of that, and the software configurations, at least a software configuration Two or more parts hierarchized by the sense which faces to said two or more actuators from said operator are included, and the part of these plurality (a) In the command section which determines a target car quantity of state in a high order based on said operation related information, and (b) low order As a command said determined target car quantity of state from said command section Reception, The activation section which performs the received command through at least one of said two or more actuators is included. And said command section The high order command section and the low order command section which emit a command for each to control said two or more actuators integrative are included. And the high order command section Based on said operation related information, the 1st target car quantity of state is determined without taking the dynamic behavior of said car into consideration. The 1st determined target car quantity of state is supplied to said low order command section. On the other hand, the low order command section It is based on said 1st target car quantity of state received from said high order command section. In consideration of the dynamic behavior of said car, the 2nd target car quantity of state is determined, and the 2nd determined target car quantity of state is supplied to said activation section. And said high order command section, the low order command section, and the activation section The integrated mold car movement control unit which realizes the function of the proper given to each by making said computer perform bottom two or more mutually-independent modules on a software configuration, respectively.

[Claim 2] said operation related information -- (a) -- the operation information about the operation by said operator, and (b) -- the integrated mold car movement control unit containing at least one of the car information about the quantity of state of said car, and the environmental information about what is the surrounding environment of said car and affects movement of the car according to claim 1.

[Claim 3] The operation information acquisition equipment with which said car acquires the operation information about the operation by the (a) aforementioned operator, (b) Car information acquisition equipment which acquires the car information about the quantity of state of said car, The operation information by which the (c) aforementioned acquisition of said high order command section was carried out at least including one side of the environmental-information acquisition equipment which acquires the environmental information about what is the surrounding environment of said car and affects movement of the car, (d) Integrated mold car movement control unit according to claim 1 or 2 which determines said 1st target car quantity of state at least based on one of said acquired car information and said acquired environmental information.

[Claim 4] The car information by which the (a) (b) aforementioned acquisition of said high order command section was carried out with said acquired operation information, At least based on one side of said acquired environmental information, two or more candidate values related with said 1st target car quantity of state which should be determined soon are determined. The integrated mold car movement control unit according to claim 3 which determines said 1st target car quantity of state according to the regulation defined beforehand based on two or more of the determined candidate values.

[Claim 5] The integrated mold car movement control unit according to claim 4 with which said 1st target car quantity of state is a target car quantity of state about said car order acceleration, and two or more of said candidate values contain the target order acceleration at least corresponding to one side of the car information by which the (a) (b) aforementioned acquisition was carried out with the target order

acceleration corresponding to said acquired operation information, and said acquired environmental information.

[Claim 6] The integrated mold car movement control unit according to claim 4 with which said 1st target car quantity of state is a target car quantity of state about the rudder angle of said car, and said two or more candidate values contain the target rudder angle at least corresponding to one of the car information by which the (a) (b) aforementioned acquisition was carried out with the target rudder angle corresponding to said acquired operation information, and said acquired environmental information.

[Claim 7] The integrated mold car movement control unit according to claim 1 to 6 with which said 1st target car quantity of state contains the target car quantity of state about said car order acceleration, and the target car quantity of state about the rudder angle of said car.

[Claim 8] The target car quantity of state which said high order command section made give priority over stabilization of the behavior of said car to car location [ which is the relation between the location of the car on the transit locus the car runs, and a rate ]-rate-related rationalization is determined as said 1st target car quantity of state. Said low order command section is based on the 1st determined target car quantity of state. The integrated mold car movement control unit according to claim 1 to 7 which determines the target car quantity of state which gave priority to stabilization of the behavior of said car over rationalization car location-rate-related [ said ] as said 2nd target car quantity of state.

[Claim 9] The integrated mold car movement control unit according to claim 1 to 8 with which said high order command section determines said 1st target car quantity of state as a target car quantity of state which is in tolerance and may change, and said low order command section determines said 2nd target car quantity of state as a target car quantity of state of the arbitration in said tolerance.

[Claim 10] The target car quantity of state concerning [ said 1st target car quantity of state ] said car order acceleration, Although determined as a target car quantity of state from which the target car quantity of state about said car order acceleration is in tolerance, and said high order command section may change, including the target car quantity of state about the rudder angle of said car The target car quantity of state about the rudder angle of said car is an integrated mold car movement control unit according to claim 9 determined as a target car quantity of state which does not have tolerance.

[Claim 11] The integrated mold car movement control unit according to claim 9 or 10 to which said high order command section changes the width of face of said tolerance at least based on one side of said operator's intention, and the thing which is the surrounding environment of said car and affects movement of the car.

[Claim 12] Said high order command section follows the simple car model which describes movement of the car in simple regardless of the dynamic behavior of said car based on the information inputted into it. Determine said 1st target car quantity of state, and said low order command section is based on the information inputted into it. And the integrated mold car movement control unit according to claim 1 to 11 which determines said 2nd target car quantity of state according to the precision car model which describes movement of the car that the dynamic behavior of said car is reflected from said simple car model to accuracy.

[Claim 13] The integrated mold car movement control unit according to claim 12 which determine the controlled variable which should control said two or more actuators according to the wheel model of the force before and after said activation section act movement of the wheel of said car on the wheel based on the information inputted into it , lateral force , and the vertical force describe about the order force and lateral force at least in order to realize said 2nd target car quantity of state .

[Claim 14] At least one each in said high order command section, the low order command section, and the activation section While determining the information which should be outputted to a low-ranking part from it according to the model which describes at least one of movement of said car, and the movements of the wheel of the car based on the information inputted from the part of a high order from it The integrated mold car movement control unit according to claim 1 to 13 which corrects the model based on the error of the information outputted to the low-ranking part.

[Claim 15] Said activation section contains two or more parts hierarchized by the sense which faces to said two or more actuators from said low order command section, and the part of these plurality sets on a high order. In the distribution section which distributes the controlled variable which should control said two or more actuators about the actuator of these plurality in order to realize the 2nd target car quantity of state supplied from said low order command section, and low order The control section which controls said two or more actuators so that the controlled variable supplied from the distribution section is realized is included. And said distribution section (a) In a high order, it is prepared about said two or more whole

actuators. the high order distribution section which distributes the controlled variable which should control the actuator of these plurality in order to realize the 2nd target car quantity of state supplied from said low order command section integrative about the whole actuator of these plurality, and (b) -- low order -- setting -- It is prepared about the part of said two or more actuators, and the low order distribution section which distributes the controlled variable supplied from said high order distribution section to said some of actuators is included. And although said control section is prepared for every actuator in low order about said some of actuators from said low order distribution section About the remaining actuators, it sets in low order from said high order distribution section. Two or more individual control sections prepared for every actuator are included. And said high order distribution section, the low order distribution section, and a control section The integrated mold car movement control unit according to claim 1 to 14 which realizes the function of the proper given to each by making said computer perform bottom two or more mutually-independent modules on a software configuration, respectively.

[Claim 16] The integrated mold car movement control unit according to claim 15 with which the number of the actuators with which said two or more actuators are classified into two or more groups according to the class of physical quantity made to act with each actuator by each component of said car, and said low order distribution section belongs to it among the groups of these plurality is formed about the group who is plurality.

[Claim 17] Said two or more actuators contain two or more wheel related actuators which control the order force and lateral force at least among the wheel order force of said car, lateral force, and the vertical force. A force component before and after relating said high order distribution section with said two or more wheel related actuators in said controlled variable at said order force, The integrated mold car movement control unit according to claim 15 or 16 of the lateral-force component about said lateral force, and the vertical force components about said vertical force distributed so that an order force component and a lateral-force component may be included at least.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique which controls two or more actuators integrative, in order to perform two or more kinds of car kinematic control in a car.

[0002]

[Description of the Prior Art] Recently, the inclination which carries out variety loading is increasing the movement control unit which controls movement of a car to the same car. However, the effectiveness realized as be alike, respectively may carry out mutually-independent, and may not restrict appearing in a car, but may interfere in the movement control unit with which classes differ mutually. Therefore, when developing a car so that two or more kinds of movement control units may be carried, it is important to fully aim at cooperation and coordination between these movements control units.

[0003] For example, in the development process of a certain car, when it is required to carry two or more kinds of movement control units in the same car, after carrying out mutually-independent [ of these movements control unit ] and developing it, it is possible to realize in supplement or additionally cooperation and coordination between these movements control units.

[0004] However, to develop two or more kinds of movement control units in such a form, in order to aim at cooperation and emphasis between these movements control units, much time and effort and a long period are required.

[0005] The format of sharing the actuator with these movements control device same as a format of carrying two or more kinds of movement control devices is in a car. In this format, when necessary [ to operate the actuator as a coincidence term with these same movements control device ], the problem how to solve such contention is faced.

[0006] And when it is going to realize in supplement or additionally cooperation and coordination between these movements control units as mentioned above after carrying out mutually-independent [ of these movements control unit ] and developing it, it is difficult to solve an above-mentioned problem ideally. Actually, it chooses in order to give priority to either of these movements control units over others, and it solves by making only the selected movement control unit occupy the actuator.

[0007] On the other hand, it is the 1 conventional example of the technique which controls movement of a car integrative, and the technique made for the purpose of improvement in compaction of the development cycle of the whole car and the dependability of a car, user-friendliness, and the ease of fixing is indicated by JP,5-85228,A.

[0008] While the whole system which consists of an operator and a car is constituted by two or more elements each other hierarchized between the operator and the actuator according to this conventional example, in case an operator's intention is changed into the operational characteristics of a car, the property which the element of a high order requires from a low-ranking element is transmitted to a low-ranking element from the element of a high order.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to this conventional example, although the above-mentioned system classifies and is hierarchized according to the imputed relation on the hardware configuration of that, the software configuration which performs two or more kinds of kinematic control is not necessarily hierarchized proper. Hereafter, it explains concretely.

[0010] A control function, especially the control function of the adjustment elements 12, 18, and 24 are realized by interpreting from the publication of said JP,5-85228,A as a program structure of a master controller 100. The adjustment element 12 is an element which changes an operator's intention into desired

value, and the adjustment element 18 is an element which changes into wheel torque the desired value inputted from the adjustment element 12. Therefore, these adjustment elements 12 and 18 have constituted the layered structure.

[0011] On the other hand, the adjustment element 24 is outputted to the actuator element 28 which controls an engine inhalation air content for the signal for realizing the engine torque inputted from the element 22, the actuator element 30 which controls engine fuel oil consumption, and the actuator element 32 which controls engine ignition timing. Thus, since the adjustment element 24 is not the adjustment element 12 with the immediately above-mentioned element 22 of a high order or 18 of that, either, it has not necessarily constituted the layered structure with these adjustment elements 12 and 18.

[0012] Moreover, in order to be able to say that the software configuration has constituted the layered structure in true semantics, it is required for two or more batches under software configuration to carry out mutually-independent. It means that it can perform by computer here, without the program of that being dependent on the program of other batches in each batch with "it has been independent." That is, the program executed by computer in each batch needs to be the program completed by itself, i.e., a module.

[0013] On the other hand, said official report is not indicating the layered structure of such a software configuration, independent-izing, and any modularization.

[0014] Although the technique which classifies only according to the imputed relation between these elements, and hierarchizes whether this official report is a hardware element about two or more elements which constitute said system, or it is a software element, without distinguishing will be indicated if the interpretation explained above is combined with Fig.1 of said official report and is considered, it can be said that the technique which hierarchizes the software configuration of said system proper is not indicated.

[0015] Moreover, in order to hierarchize a software configuration proper, it is also required to subdivide about the required contents of processing and to raise the performance of the whole software configuration by that cause.

[0016] That is, in this conventional example, room to improve the software configuration which performs two or more kinds of kinematic control integrative in the same car is left behind, and the technique which controls two or more actuators which control movement of a car integrative for the first time will be practically established by making such an improvement.

[0017] Such a situation is made into a background, this invention hierarchizes the software configuration of the equipment which controls two or more actuators for performing two or more kinds of kinematic control in a car integrative proper, and, thereby, it makes optimizing the layered structure from a viewpoint of practicality as a technical problem.

[0018]

[The means for solving a technical problem and an effect of the invention] The technical problem is solved by this invention. According to this invention, each following mode is obtained.

[0019] Each mode is classified into a term, gives a number to each item, and indicates it in the format of quoting the number of other terms if needed. This is for the technical feature of a publication attaining to this specification partly, and making some understanding of those combination easy, and technical features or those combination given in this specification should not be interpreted as being limited at the following modes.

(1) By controlling two or more actuators by the computer integrative based on the operation related information relevant to operation of the car by the operator It is the integrated mold car movement control unit which performs two or more kinds of car kinematic control in said car. Of the hardware configuration of that, and the software configurations, at least a software configuration Two or more parts hierarchized by the sense which faces to said two or more actuators from said operator are included, and the part of these plurality (a) In the command section which determines a target car quantity of state in a high order based on said operation related information, and (b) low order As a command said determined target car quantity of state from said command section Reception, The activation section which performs the received command through at least one of said two or more actuators is included. And said command section The high order command section and the low order command section which emit a command for each to control said two or more actuators integrative are included. And the high order command section Based on said operation related information, the 1st target car quantity of state is determined without taking the dynamic behavior of said car into consideration. The 1st determined target car quantity of state is supplied to said low order command section. On the other hand, the low order command section It is based on said 1st target car quantity of state received from said high order command section. In consideration of the dynamic behavior of said car, the 2nd target car quantity of state is determined, and the 2nd determined target car quantity of

state is supplied to said activation section. And said high order command section, the low order command section, and the activation section The integrated mold car movement control unit which realizes the function of the proper given to each by making said computer perform bottom two or more mutually-independent modules on a software configuration, respectively.

[0020] In the high order of the sense with which a software configuration faces to two or more actuators of the hardware configuration of that, and the software configurations from the (a) operator at least according to this equipment In the command section which determines a target car quantity of state based on operation related information, and (b) low order It hierarchizes so that the activation section which minds reception for the determined target car quantity of state, minds at least one of two or more actuators for the received command as a command from the command section, and is performed may be included.

[0021] That is, according to this equipment, even if there is little it, a software configuration is hierarchized so that the command section and the activation section may be separated mutually.

[0022] Like the after-mentioned, since software configuration top mutually-independent [ of these command section and the activation section ] is carried out, without affecting another side about each, they become possible [ working development, a design, a design change, debugging, etc. ], and become possible [ also doing the activity about both in parallel mutually ].

[0023] Therefore, according to the equipment concerning this paragraph, compaction of carrying out to the software configuration of whole that is easily attained in the period of a required activity.

[0024] Furthermore, according to this equipment, the command section has the high order command section and the low order command section which emit a command for each to control two or more actuators integrative contained.

[0025] Based on operation related information moreover, the command section shall determine the 1st target car quantity of state without taking the dynamic behavior of a car into consideration, and the 1st determined target car quantity of state shall be supplied to it by the low order command section.

[0026] On the other hand, based on the 1st target car quantity of state received from the high order command section, the low order command section shall determine the 2nd target car quantity of state in consideration of the dynamic behavior of a car, and the 2nd determined target car quantity of state shall be supplied to it by the activation section.

[0027] That is, according to the equipment concerning this paragraph, the command section is subdivided so that the high order command section which determines a target car quantity of state simply without taking the dynamic behavior of a car into consideration, and the low order command section which determines a target car quantity of state correctly in consideration of the dynamic behavior of a car may be mutually located in a line with a serial at those order.

[0028] Like the after-mentioned, since software configuration top mutually-independent [ of these high order command section and the low order command section ] is carried out, without affecting another side about each, they become possible [ working development, a design, a design change, debugging, etc. ], and become possible [ also doing the activity about both in parallel mutually ].

[0029] Therefore, according to the equipment concerning this paragraph, compaction of carrying out to the software configuration of the command section of that is easily attained in the period of a required activity.

[0030] After the 2nd target car quantity of state is based on the 1st determined target car quantity of state to being what is determined as mentioned above without the 1st target car quantity of state's taking the dynamic behavior of a car into consideration if the relation between "the 1st target car quantity of state" and "the 2nd target car quantity of state" is explained, it is determined here in consideration of the dynamic behavior of a car.

[0031] It is the concept which needs an operation comparatively complicated in order for "dynamic behavior of a car" to mean transitional or nonlinear car behavior, for example and to acquire it here, and in order to mean steady or linearity car behavior and to acquire it, they are the concept for which a comparatively easy operation is sufficient, and an opposing concept.

[0032] Therefore, in having controlled two or more actuators so that the 1st target car quantity of state was realized as it is, in the case which is not suitable, the 1st target car quantity of state will be corrected as a result from a viewpoint of the dynamic behavior of a car, and the 2nd target car quantity of state will be determined.

[0033] If the above-mentioned high order command section and the relation between the low order command sections are judged from them 1st and the 2nd relation between target car quantity of states, the high order command section and the low order command section It can be said that it is said that the authority to correct the command which the high order command section emitted if needed is granted to the

low order command section, and that it has an independence-relation although it is imperfect rather than it has a subordinate relation that the low order command section is completely subordinate to the high order command section.

[0034] here -- "subordinate relation" -- for example, -- a perfect master-slave relation or dense relation -- it can say -- on the other hand -- "-- although it is imperfect -- related independence" -- for example, it can be called partial equal relation or \*\*\*\* relation.

[0035] Furthermore, according to the equipment concerning this paragraph, a target car quantity of state is determined through two or more phases. In the first phase, it is specifically determined without being dependent on the dynamic behavior of a car, and in the next phase, it is determined depending on the dynamic behavior of a car. That is, the decision in the phase of these plurality has a serial relation mutually rather than has the relation of juxtaposition mutually to the activation section to which a final target car quantity of state is supplied.

[0036] Therefore, according to this equipment, it does not need to be necessary like [ in case the decision in the phase of these plurality has the relation of juxtaposition mutually to the activation section ] to choose one of target car quantity of states.

[0037] Furthermore, the 1st target car quantity of state which is determined by the high order command section according to this equipment becomes possible [ carrying in the car of another class with which the dynamic exercise properties of a car differ the high order command section developed for a certain car, without adding a big design change ], in order not to be dependent on the dynamic behavior of a car.

[0038] Therefore, according to this equipment, the versatility of the high order command section improves and it becomes easy to develop widely on the car with which classes differ.

[0039] Furthermore, according to this equipment, the high order command section, the low order command section, and the activation section have the function of the proper given to each realized by making at least one computer perform bottom two or more mutually-independent modules on a software configuration, respectively.

[0040] That is, according to this equipment, the high order command section, the low order command section, and the activation section are in the condition which became independent of other modules, and make a computer each module performed.

[0041] In addition, if it adds, it not only carries out mutually-independent [ of each part ], but it hierarchizes a software configuration and a hardware configuration is hierarchized, mutually-independent [ of each part ] is carried out, and the equipment concerning this paragraph can make and carry it out.

[0042] In this case, the equipment concerning this paragraph will set like 1 operative condition, the processing unit (for example, constituted so that it may have at least one CPU) of dedication will be carried for every part, and each module will be performed by each processing unit. In this embodiment, since the number of the parts in which counting the number of computers with the number of processing units, then the processing unit of dedication are carried, for example is plurality, as the whole equipment concerned, the number of the computers carried in it will also be plurality.

[0043] In addition, it is the expression of the meaning for which it is sufficient if not the expression of the meaning which makes indispensable what each part is doing for exterior mutually-independent [ of the expression / here / of "hierarchizing a hardware configuration and carrying out mutually-independent / of each part /" if it adds ] (that is, it has dissociated) but the processing unit which bears the processing in each part has been independent of the processing unit of other parts.

[0044] The "operation related information" in this paragraph can be defined as including at least one of the operation information about the operation by the (a) operator, the car information about the quantity of state of the (b) car, and the environmental information about what is the surrounding environment of the (c) car and affects movement of the car.

[0045] "Operation information" can be defined as including at least one of the information about steering for making it circle in the brakes operation for braking the drive actuation (acceleration actuation and moderation actuation being included) for driving a car, and a car, and a car, the switching equipment of various electric equipment articles, etc. here.

[0046] Moreover, "car information" can be defined as including at least one of the information about the quantity of state at the time of the drive of the motor in the engine quantity of state containing the vehicle speed, a rudder angle, a car-body yaw rate, car order acceleration, lateral acceleration, vertical acceleration, the tire quantity of state containing a tire pressure, a suspension quantity of state, an engine speed, and an engine load, the change gear quantity of state containing a change gear ratio, and the electric vehicle containing a hybrid car, and regeneration the quantity of state of the vehicular power supply containing a dc-

battery,

[0047] Moreover, "environmental information" can be defined as including at least one, such as information about movement of a car received by the electric wave, from the information about the quantity of states (for example, a front face the description, geometric description, and geographical feature-description etc.) of the road the car is running, the information about the navigation of a car, the information about the obstruction which exists ahead [ car ], and the exterior.

[0048] When an actuator is operated in a car, it does not ask whether the purpose is car kinematic control or they are an operator's amenity control (for example, the air-conditioning control in a crew cabin, lighting control, sound control, etc.), but power is consumed. In a car, since power is not infinite, it is desirable to hold down useless consumption as much as possible, and to manage the energy demand and supply balance of the whole car integrative.

[0049] Based on such knowledge, the "high order command section" in this paragraph can be carried out in the mode which determines said 1st target car quantity of state that consumption of the energy resource (power or a fuel is included) consumed by the whole car is reduced as much as possible.

[0050] As mentioned above, in the equipment concerning this paragraph, the high order command section and low order command section also determines a target car quantity of state. And since it is carrying out mutually-independent [ of these high order command section and the low order command section ] in each module, even if the fail on a module takes place to either these high order command section or the low order command section, the fail on a module is not induced by another side only owing to that.

[0051] When the high order command section fails, the "low order command section" which starts this paragraph based on such knowledge can bypass the high order command section, and can carry it out in the mode which determines said 2nd target car quantity of state based on said operation related information.

[0052] In addition, if it adds, the "high order command section" in this paragraph, the "low order command section", and the "activation section" can constitute only two or more modules [ \*\*\* / constituting only one module from a mode performed by computer, respectively ] from a mode performed by computer.

(2) An integrated mold car movement control unit the operation information about the operation according [ said operation related information ] to the (a) aforementioned operator, and given in (b)(1) containing at least one of car information [ about the quantity of state of said car ], and environmental information about what is surrounding environment of said car and affects movement of the car term.

[0053] In this equipment, operation related information will include not only operation information but the other information.

[0054] Therefore, according to this equipment, it becomes possible to perform so that car movement may suit change of the car condition in which it could not perform, an operator has not recognized it as compensating kinematic control with lack of an operator's operation workmanship with the equipment concerned easily for example, or the operator neglected recognition, or the environment of the car circumference. Therefore, according to this equipment, it becomes easy to raise the safety of a car.

(3) The operation information acquisition equipment with which said car acquires the operation information about the operation by the (a) aforementioned operator, (b) Car information acquisition equipment which acquires the car information about the quantity of state of said car, The operation information by which the (c) aforementioned acquisition of said high order command section was carried out at least including one side of the environmental-information acquisition equipment which acquires the environmental information about what is the surrounding environment of said car and affects movement of the car, (d) (1) which determines said 1st target car quantity of state at least based on one of said acquired car information and said acquired environmental information, or integrated mold car movement control unit given in (2) terms.

[0055] In this equipment, the 1st target car quantity of state is determined by the high order command section not only in consideration of operation information but in consideration of the other information.

[0056] Therefore, according to this equipment, it becomes easy to raise the safety of a car also in the equipment concerning the aforementioned (2) term, for example, since it is the same.

(4) The car information by which the (a) (b) aforementioned acquisition of said high order command section was carried out with said acquired operation information, At least based on one side of said acquired environmental information, two or more candidate values related with said 1st target car quantity of state which should be determined soon are determined. An integrated mold car movement control unit given in (3) terms which determine said 1st target car quantity of state according to the regulation defined beforehand based on two or more of the determined candidate values.

[0057] In this equipment, the 1st target car quantity of state is determined according to the regulation defined beforehand based on what is two or more candidate values related with the 1st target car quantity of

state which should be determined soon, and was determined in consideration of operation information and the other information.

[0058] Therefore, according to this equipment, since the correspondence relation between operation information and the other information, and the 1st target car quantity of state that will be determined based on them is uniquely decided by the above-mentioned regulation, brief nature and transparency improve about the contents correspondence-related [ that ].

[0059] Therefore, according to this equipment, the design of the software configuration of the high order command section becomes easy, and compaction of it is easily attained in a period required for it.

[0060] Furthermore, while according to this equipment tuning of the software configuration of the high order command section will become easy since the above-mentioned correspondence relation is changed if even the above-mentioned regulation is changed, it becomes easy to mitigate a design change required since the high order command section developed for a certain car is carried in the car of another class.

[0061] If this equipment is caused like 1 operative condition, when the high order command section chooses one according to the selection rule which were able to be defined beforehand from said two or more determined candidate values, said 1st target car quantity of state shall be determined.

(5) the target car quantity of state concerning [ said 1st target car quantity of state ] said car order acceleration -- it is -- two or more of said candidate values -- (a) -- an integrated mold car movement control unit the target order acceleration corresponding to said acquired operation information, and given in (b)(4) containing target order acceleration at least corresponding to one side of said car information [ which was acquired ] and said acquired environmental information term.

[0062] Generally, it is said that fundamental motions of a car are running, stopping, and bending. Therefore, also when an operator operates a car, operation will be performed in order to make a car realize those fundamental motions.

[0063] And motion of stopping with motion that a car runs can be described with physical quantity called car order acceleration.

[0064] Two or more candidate values which the 1st target car quantity of state is made into the target car quantity of state about car order acceleration, and are further related with it are having the target order acceleration corresponding to (a) operation information, and the target order acceleration at least corresponding to one side of (b) car information and environmental information contained in the equipment concerning this paragraph based on such knowledge.

[0065] Therefore, according to this equipment, it becomes easy to control a drive and braking of a car proper, without giving an operator sense of incongruity.

[0066] In addition, if it adds, unless especially "acceleration" has a notice in this paragraph and each following term, the both sides of forward acceleration (acceleration in a narrow sense) and deceleration (deceleration in a narrow sense) are included.

(6) the target car quantity of state concerning [ said 1st target car quantity of state ] the rudder angle of said car -- it is -- said two or more candidate values -- (a) -- an integrated mold car movement control unit the target rudder angle corresponding to said acquired operation information, and given in (b)(4) containing target rudder angle at least corresponding to one of said car information [ which was acquired ] and said acquired environmental information term.

[0067] As mentioned above, bending besides running and stopping also exists in a fundamental motion of a car. And motion that a car bends can be described with physical quantity called the rudder angle of a car.

[0068] Two or more candidate values which the 1st target car quantity of state is made into the target car quantity of state about the rudder angle of a car, and are further related with it are having the target order acceleration corresponding to (a) operation information, and the target order acceleration at least corresponding to one side of (b) car information and environmental information contained in the equipment concerning this paragraph based on such knowledge.

[0069] Therefore, according to this equipment, it becomes easy to control revolution of a car proper, without giving an operator sense of incongruity.

[0070] In addition, since it will be the physical quantity corresponding to the angle of rotation (henceforth a "steering angle") of the steering wheel in which rotation actuation is done by the operator although a "rudder angle" is generally expressed as sense (front-wheel rudder angle) of a front wheel in this paragraph and each following item if it adds, expressing using the steering angle is possible.

(7) An integrated mold car movement control unit given in either (1) in which said 1st target car quantity of state contains the target car quantity of state about said car order acceleration, and the target car quantity of state about the rudder angle of said car thru/or (6) terms.

[0071] As mentioned above, fundamental motions of a car are running, stopping, and bending. Furthermore, motion of stopping with motion that a car runs, as mentioned above can be described with physical quantity called car order acceleration, and motion that on the other hand a car bends can be described with physical quantity called the rudder angle of a car.

[0072] The rate of the car the car, as for the operator, he is generally doing [ the car ] current operation runs along with the expected transit locus while expecting the transit locus it will run in the future near from this time is said to expect the car location-rate relation which changes with the locations of that, and to operate the car.

[0073] That is, generally, the operator is operating so that car location-rate relation which is the relation between the location of the car on the locus a car runs after this, and a rate may be realized as desired.

[0074] And an operator will perform operation so that such car location-rate relation may be realized correctly as much as possible.

[0075] It can be said that this car location-rate relation is a transit parameter materialized common to the car which is two or more kinds from which it argues in the field independent of the dynamic behavior of a car, and the dynamic exercise property of a car differs.

[0076] And physical quantity indispensable to describe such car location-rate relation is with car order acceleration and a rudder angle.

[0077] The 1st target car quantity of state is having the target car quantity of state about car order acceleration, and the target car quantity of state about the rudder angle of a car contained in the equipment concerning this paragraph based on such knowledge.

[0078] Therefore, according to this equipment, it becomes easy to rationalize car location-rate relation, without sacrificing versatility of the high order command section.

[0079] In addition, if it adds, the "car location-rate relation" to this paragraph and each following item can be grasped as a car location-time relation from which the location of the car a car runs along with the transit locus it should run from now on changes in accordance with time amount. It is because both relation is convertible for the relation between the location of a car, and time amount (passage time of day) equivalent if the location and rate of a car become clear.

The target car quantity of state which said high order command section made give priority over stabilization of the behavior of said car to car location [ which is the relation between the location of the car on the transit locus the car runs, and a rate ]-rate-related rationalization is determined as said 1st target car quantity of state. (8) Said low order command section An integrated mold car movement control unit given in either (1) which determines the target car quantity of state which gave priority to stabilization of the behavior of said car over rationalization car location-rate-related [ said ] as said 2nd target car quantity of state based on the 1st determined target car quantity of state thru/or (7) terms.

[0080] There are a view of giving priority to rationalization car location-rate-related [ above-mentioned ] as a view at the time of determining the target car quantity of state which should be realized in case movement of a car is controlled, and a view of giving priority to stabilization of the behavior of a car.

[0081] And to adopt the latter view to not taking dynamic behavior of a car into consideration fundamentally when adopting the former view, it is required to take the dynamic behavior of a car into consideration.

[0082] Therefore, the target car quantity of state with which the target car quantity of state determined as the basis of the former view was determined as the basis of the latter view to the thing with high versatility to the class of car has the strong inclination in which one kind of car specializes.

[0083] Based on such knowledge, the high order command section determines the target car quantity of state which gave priority over stabilization of the behavior of \*\* to car location-rate-related rationalization which is the relation between the location of the car on the transit locus the car runs, and a rate as 1st target car quantity of state in the equipment concerning this paragraph. On the other hand, the low order command section determines the target car quantity of state which gave priority to stabilization of the behavior of a car over car location-rate-related rationalization as 2nd target car quantity of state based on the 1st target car quantity of state determined by the high order command section.

(9) An integrated mold car movement control unit given in either (1) as which said high order command section determines said 1st target car quantity of state as a target car quantity of state which is in tolerance and may change, and said low order command section determines said 2nd target car quantity of state as a target car quantity of state of the arbitration in said tolerance thru/or (8) terms.

[0084] In the equipment concerning either the above (1) thru/or (8) terms Since the 1st target car quantity of state gives priority over stabilization of the behavior of a car to car location [ which is the relation between

the location of the car on the transit locus of the car, and a rate ]-rate-related rationalization and is determined by the high order command section from it, When it is important from a viewpoint of reservation of car safety that that the instability of the behavior of a car is high stabilizes the behavior of the car owing to, being suitable for the 2nd target car quantity of state stabilizing the behavior of a car by the low order command section will be determined.

[0085] It can say that it is said that the authority to correct the command which the high order command section emitted rather than had a subordinate relation that the low order command section was completely subordinate to the high order command section as mentioned above, as for the high order command section and low order command section even if it judges from such a situation if needed is granted to the low order command section, and having an independence-relation, although it is imperfect.

[0086] However, when the high order command section determines the 1st target car quantity of state as a value without width of face and supplies it to the low order command section, the high order command section determines the 1st target car quantity of state as a value with width of face, and if it compares when supplying it to the low order command section, it will be thought that the inclination for the low order command section to be subordinated to the high order command section is strong.

[0087] It is considered to be requested strongly on the other hand, when the stability of the behavior of a car has fallen considerably, in the semantics of correcting an operator's operation, from the high order command section, rather, the low order command section determines a target car quantity of state leading, and control two or more actuators by the reason nil why the decision capacity of an operator's operation workmanship or a car environment is insufficient etc., integrative through the activation section.

[0088] Based on the knowledge explained above, the high order command section determines the 1st target car quantity of state in the equipment concerning this paragraph as a target car quantity of state which is in tolerance and may change. On the other hand, the low order command section determines the 2nd target car quantity of state as a target car quantity of state of the arbitration in the tolerance.

[0089] According to this equipment, it becomes easy to make the authority granted to the low order command section increase relatively to the authority granted to the high order command section about the decision of a target car quantity of state.

[0090] Consequently, according to this equipment, although the decision capacity of an operator's operation workmanship or a car environment is insufficient, stability \*\*\*\*\* of the behavior of a car becomes easy [ raising the safety of a car ], for example.

(10) The target car quantity of state concerning [ said 1st target car quantity of state ] said car order acceleration, Although determined as a target car quantity of state from which the target car quantity of state about said car order acceleration is in tolerance, and said high order command section may change, including the target car quantity of state about the rudder angle of said car The target car quantity of state about the rudder angle of said car is an integrated mold car movement control unit given in (9) terms determined as a target car quantity of state which does not have tolerance.

[0091] As mentioned above, according to the equipment concerning the aforementioned (9) term, it becomes easy to make the authority granted to the low order command section increase relatively to the authority granted to the high order command section about the decision of a target car quantity of state.

[0092] The equipment concerning the aforementioned (9) term can be carried out in the mode in which the 1st target car quantity of state contains the target car quantity of state about car order acceleration, and the target car quantity of state about the rudder angle of a car.

[0093] Furthermore, this mode can be carried out with the gestalt by which all of the target car quantity of state about car order acceleration and the target car quantity of state about the rudder angle of a car are supplied to the low order command section as a value with width of face.

[0094] However, giving width of face to the target car quantity of state inputted into the low order command section means that the inclination for actual movement of a car to keep away from an operator's operation is strengthened. Although this inclination will probably be desirable, it may cause the situation where an operator holds sense of incongruity to actual movement of a car depending on the case depending on the case from a viewpoint of the improvement in safety of a car.

[0095] And it is thought that possibility of causing such a situation has a high direction at the time of giving width of face to the target car quantity of state about the rudder angle of a car as compared with the case where width of face is given to the target car quantity of state about car order acceleration.

[0096] In the equipment applied to this paragraph based on the knowledge explained above Although determined as a target car quantity of state which the target car quantity of state concerning [ the high order command section ] car order acceleration is in tolerance, and may change, including the target car quantity

of state concerning [ the 1st target car quantity of state ] car order acceleration and the target car quantity of state about the rudder angle of a car. The target car quantity of state about the rudder angle of a car shall be determined as a target car quantity of state which does not have tolerance.

[0097] Therefore, the thing which receive the authority of the high order command section in the authority of the low order command section and which is strengthened relatively becomes easy, controlling the sense of incongruity given to an operator according to this equipment.

[0098] If this equipment is caused like 1 operative condition, the target car quantity of state concerning [ the high order command section ] car order acceleration will be determined as a target car quantity of state which is in tolerance and may change, when it means acceleration of a car, but when it means moderation of a car, it shall be determined as a target car quantity of state which does not have tolerance.

[0099] When it is required to decelerate a car according to this embodiment, it becomes easy for the inclination for magnitude of target order acceleration to be faithfully realized by the low order command section and the activation section as compared with the time of it having tolerance to become strong, consequently to raise the safety of a car.

(11) (9) to which said high order command section changes the width of face of said tolerance at least based on one side of said operator's intention, and the thing which is the surrounding environment of said car and affects movement of the car, or an integrated mold car movement control unit given in (10) terms.

[0100] According to this equipment, the width of face of the tolerance of the 1st target car quantity of state determined by the high order command section An operator's intention (for example, thing reflecting liking of an operator), It becomes possible to make it change at least based on one side of what is the surrounding environment of a car and affects movement of the car (for example, the surface state and crookedness condition (for example, extent of crookedness and frequency of crookedness) of a road the car is running).

[0101] Therefore, according to this equipment, it becomes easy to always rationalize the width of face of that tolerance in one [ at least ] relation between an operator's intention and the environment of the car circumference by making change at least with one side of an operator's intention and the environment of the car circumference follow unlike the case where it is immobilization.

(12) Said high order command section is based on the information inputted into it. The simple car model which describes movement of the car in simple regardless of the dynamic behavior of said car is followed. Determine said 1st target car quantity of state, and said low order command section is based on the information inputted into it. And an integrated mold car movement control unit given in either (1) which determines said 2nd target car quantity of state according to the precision car model which describes movement of the car that the dynamic behavior of said car is reflected from said simple car model to accuracy thru/or (11) terms.

[0102] In this equipment, the car model which describes movement of a car is used two kinds after all, and a final target car quantity of state is determined.

[0103] Therefore, according to this equipment, it becomes possible to simplify the configuration of the car model of various kinds easily as compared with the case where one kind of final target car quantity of state is determined from the beginning using a car model.

[0104] Furthermore, a simple car model is defined in this equipment, without being dependent on the dynamic behavior of the car with which it is used.

[0105] Therefore, according to this equipment, it becomes possible to raise easily the versatility of the simple model to two or more kinds of cars.

[0106] In addition, if it adds, if movement (for example, movement of a wheel is included) of a car is expressed by a certain technique on a computer, it is sufficient for the "model" in this paragraph and each following item.

[0107] Therefore, "the model of it being the format which simulates movement of a car by simplifying the structure of a car geometrically and reappearing" can be considered as the format described according to at least one condition satisfied according to the situation that consider as the format which describes movement of a car on a simple formula and a simple table, or it is placed in movement of a car rather than is [ for example, ] indispensable.

(13) said -- activation -- the section -- it -- inputting -- having had -- information -- being based -- and -- said -- a car -- a wheel -- movement -- the -- a wheel -- acting -- order -- the force -- lateral force -- the upper and lower sides -- the force -- inside -- at least -- order -- the force -- lateral force -- being related -- describing -- a wheel -- a model -- following -- said -- the -- two -- a target -- a car -- a quantity of state -- realizing -- a sake -- said -- plurality -- an actuator -- it should control -- a controlled variable -- determining -- ( -- 12 -- ) -- a term -- a publication -- integration -- a mold -- a car -- movement -- a control unit -- .

[0108] In the high order command section and the low order command section, fundamentally, if its attention is paid to movement of a car as the whole car, it is sufficient for determining a target car quantity of state.

[0109] On the other hand, directly, the activation section controls two or more actuators, controls indirectly the force of acting on each wheel in a car, and controls movement of a car ultimately.

[0110] Therefore, the activation section is faced determining the controlled variable which should control two or more actuators in order to realize the 2nd target car quantity of state supplied from the low order command section, and it can consider using the wheel model which describes movement of a wheel.

[0111] And generally, it is decomposed into the order force, lateral force, and the vertical force, and the force of acting on a wheel is observed. Therefore, although it seems that it is indispensable to describe movement of a wheel about the wheel order force, lateral force, and the vertical force, the wheel model is technically difficult for changing the vertical force of a wheel notably with an actuator, without asking how in the movement condition that the car is placed, if the actual controllability by the actuator is taken into consideration.

[0112] In the equipment applied to this paragraph based on the knowledge explained above The activation section is based on the information inputted into it. And movement of the wheel of a car According to the wheel model of the force before and after acting on the wheel, lateral force, and the vertical force described about the order force and lateral force at least, in order to realize the 2nd target car quantity of state, the controlled variable which should control two or more actuators shall be determined.

[0113] Therefore, according to this equipment, the form which does not have futility in relation with the controllability of an actuator defines a wheel model, and it becomes possible to determine the controlled variable of two or more actuators.

(14) At least one each in said high order command section, the low order command section, and the activation section While determining the information which should be outputted to a low-ranking part from it according to the model which describes at least one of movement of said car, and the movements of the wheel of the car based on the information inputted from the part of a high order from it An integrated mold car movement control unit given in either (1) which corrects the model based on the error of the information outputted to the low-ranking part thru/or (13) terms.

[0114] when [ of the high order command section the low order command section, and the activation section ] it is alike, respectively, it sets and it determines required information using a specific model, it is possible to define the model as an eternal model.

[0115] However, the medium between movement of the object which the model describes, i.e., a car, or movement of a wheel, movement of the information and the car which were determined using the model, or movement of a wheel may be accompanied by change. In having defined the model fixed, although such change existed, a model cannot reproduce faithfully the object which it describes, and the intermediary actual condition.

[0116] Change of the engine performance of the actuator as the medium itself has "change by which a medium is accompanied", and change of the engine performance for [ which is operated by the actuator as the medium ] actuation has it here further, for example. An example for [ that ] actuation is a brake and coefficient of friction of the friction material in that brake may be accompanied by change in this example. Moreover, another example for [ that ] actuation is an engine, and may be accompanied by change in which the output characteristics of that engine originate in environmental parameters, such as atmospheric temperature and an atmospheric pressure, in this example.

[0117] In the equipment which makes such a situation a background and is applied to this paragraph At least one each in the high order command section, the low order command section, and the activation section While determining the information which should be outputted to a low-ranking part from it according to the model which describes at least one of movement of a car, and the movements of the wheel of the car based on the information inputted from the part of a high order from it It shall be corrected based on the error of the information which outputted the model to the low-ranking part.

[0118] Therefore, according to this equipment, it becomes possible to make these objects or a medium reproduce to a model always faithfully in spite of the object which a model describes, or intermediary aging.

[0119] And if the modify feature of such a model is added, it will become easy to raise the precision of the information created using the model, as a result to raise the control precision of movement of a car.

(15) Said activation section contains two or more parts hierarchized by the sense which faces to said two or more actuators from said low order command section, and the part of these plurality sets on a high order. In

the distribution section which distributes the controlled variable which should control said two or more actuators about the actuator of these plurality in order to realize the 2nd target car quantity of state supplied from said low order command section, and low order The control section which controls said two or more actuators so that the controlled variable supplied from the distribution section is realized is included. And said distribution section (a) In a high order, it is prepared about said two or more whole actuators. the high order distribution section which distributes the controlled variable which should control the actuator of these plurality in order to realize the 2nd target car quantity of state supplied from said low order command section integrative about the whole actuator of these plurality, and (b) -- low order -- setting -- It is prepared about the part of said two or more actuators, and the low order distribution section which distributes the controlled variable supplied from said high order distribution section to said some of actuators is included. And although said control section is prepared for every actuator in low order about said some of actuators from said low order distribution section About the remaining actuators, it sets in low order from said high order distribution section. Two or more individual control sections prepared for every actuator are included. And said high order distribution section, the low order distribution section, and a control section An integrated mold car movement control unit given in either (1) which realizes the function of the proper given to each by making said computer perform bottom two or more mutually-independent modules on a software configuration, respectively thru/or (14) terms.

[0120] Control of two or more kinds of actuators may be needed for implementation of one kind of target car quantity of state. In this case, in order to realize that target car quantity of state, it is necessary to distribute the controlled variable (henceforth a "whole controlled variable") which should be realized with two or more kinds of whole actuator to the actuator of these two or more classes.

[0121] Such a situation shall be made into a background and two or more parts hierarchized by the sense with which the activation section faces to two or more actuators from the low order command section shall be contained in the equipment concerning this paragraph.

[0122] And in this equipment, the part of these plurality sets on the (a) high order. the distribution section which distributes the controlled variable which should control two or more actuators about the actuator of these plurality in order to realize the 2nd target car quantity of state supplied from the low order command section, and (b) -- low order -- setting -- The control section which controls two or more actuators so that the controlled variable supplied from the distribution section is realized shall be contained.

[0123] That is, according to this equipment, the software configuration of the activation section of that is hierarchized so that the distribution section and a control section may be separated mutually.

[0124] Like the after-mentioned, since software configuration top mutually-independent [ of these distributions section and the control section ] is carried out, without affecting another side about each, they become possible [ working development, a design, a design change, debugging, etc. ], and become possible [ also doing the activity about both in parallel mutually ].

[0125] In the whole above-mentioned controlled variable, there are some parts which can be distributed to two or more actuators generally located in the end of control by the single step, and there are some parts which cannot be distributed unless it passes through two or more steps.

[0126] About the latter part, the final amount of individual control (controlled variable which corresponds to the actuator of various kinds individually) will not be distributed from a whole controlled variable from the beginning, for example, an in-between controlled variable will be distributed from a whole controlled variable in the first phase, and the amount of individual control will be distributed from the in-between controlled variable in the next phase.

[0127] In the equipment which makes such a situation a background and is applied to this paragraph The distribution section is prepared about two or more whole actuators in the (a) high order. The controlled variable which should control the actuator of these plurality in order to realize the 2nd target car quantity of state to which at least Shimo was supplied from the command section is set at least under the high order distribution section which distributes integrative and (b). [ the whole actuator of these plurality ] It shall be prepared about the part of two or more actuators, and the low order distribution section which distributes the controlled variable supplied from the high order distribution section to said some of actuators shall be contained.

[0128] That is, according to this equipment, the software configuration of the distribution section of that is hierarchized so that the high order distribution section and the low order distribution section may be separated mutually.

[0129] Like the after-mentioned, since software configuration top mutually-independent [ of these high order distribution section and the low order distribution section ] is carried out, without affecting another

side about each, they become possible [ working development, a design, a design change, debugging, etc. ], and become possible [ also doing the activity about both in parallel mutually ].

[0130] Furthermore, in the equipment concerning this paragraph, although a control section is prepared for every actuator in low order about said some of actuators from the low order distribution section, about the remaining actuators, two or more individual control sections prepared for every actuator in low order from the high order distribution section shall be contained.

[0131] At least, about the software configuration, the high order command section, the low order command section, the high order distribution section, the low order distribution section, and a control section carry out mutually-independent [ of this equipment ] on a software configuration to the sense of that which faces to two or more actuators from an operator, and it is hierarchized so that it may rank with a serial mutually, so that clearly from the above explanation.

[0132] Therefore, according to this equipment, even if there is little whole it, extent of hierarchization of a software configuration evolves conventionally, consequently specialization of the contents of processing and the independence of each batch are strengthened.

[0133] In addition, if it adds, the "high order distribution section" in this paragraph, the "low order distribution section", and a "control section" can constitute only two or more modules [ \*\*\*\* / constituting only one module from a mode performed by computer, respectively ] from a mode performed by computer.

(16) said -- plurality -- an actuator -- each -- an actuator -- said -- a car -- each -- a component -- acting -- making -- having -- physical quantity -- a class -- responding -- plurality -- a group -- classifying -- having -- \*\*\*\* -- said -- low order -- distribution -- the section -- them -- plurality -- a group -- inside -- it -- belonging -- an actuator -- a number -- plurality -- it is -- a group -- being related -- preparing -- having -- \*\*\*\* -- ( -- 15 -- ) -- a term -- a publication -- integration -- a mold -- a car -- movement -- a control unit .

(17) Said two or more actuators contain two or more wheel related actuators which control the order force and lateral force at least among the wheel order force of said car, lateral force, and the vertical force. A force component before and after relating said high order distribution section with said two or more wheel related actuators in said controlled variable at said order force, An integrated mold car movement control unit given in (15) or (16) terms of the lateral-force component about said lateral force, and the vertical force components about said vertical force which are distributed so that an order force component and a lateral-force component may be included at least.

[0134] In this equipment, it is distributed so that inside [ a force component before and after relating said controlled variable with the order force at two or more wheel related actuators, the lateral-force component about lateral force, and the vertical force component about the vertical force ] may contain an order force component and a lateral-force component at least according to the dynamics materialized for a wheel.

[0135] Therefore, according to this equipment, since distribution to two or more wheel related actuators of a controlled variable are performed according to the dynamics materialized for a wheel, the precision which the precision of the amount of individual control which each wheel related actuator should realize improves, as a result controls movement of a car also improves.

[0136]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one of the gestalten of still more concrete operation of this invention is explained to a detail based on a drawing.

[0137] The hardware configuration of the integrated mold car movement control device according to 1 operation gestalt of this invention is notionally shown to drawing 1 by the block diagram. This integrated mold car movement control unit (only henceforth a "movement control unit") is carried in the car.

[0138] The car equips front and rear, right and left of that with the wheel 10, respectively. In drawing 1 , in a forward left ring and "fr", a forward right ring and "rl" show a left rear ring, and "rr" shows [ "fl" ] the right rear ring, respectively.

[0139] This car is equipped with the engine (internal combustion engine) 14 as a source of power. The operational status of this engine 14 is electrically controlled according to the control input of the accelerator pedal (it is an example of an acceleration operating member) 20 by the operator. The operational status of an engine 14 is independently controlled automatically again if needed with actuation (henceforth "drive actuation" or "acceleration actuation") of the accelerator pedal 20 by the operator.

[0140] For example, electric control of such an engine 14 can be realized by the electric control of the amount of the fuel which is realized by the electric control of the opening (namely, throttle opening) of the throttle valve arranged in the inlet manifold of an engine 14 although not illustrated, or is injected by the combustion chamber of an engine 14.

[0141] In addition, if it adds, when this car will be an electric vehicle, the source of power is used as a

motor, on the other hand when you are a hybrid electric vehicle, let the source of power be the combination of an engine and a motor.

[0142] This car is a rear wheel drive a rolling ring and whose right-and-left rear wheel right-and-left front wheels are driving wheels. Therefore, the engine 14 is connected with each rear wheel at those order through a torque converter 22, transmission 24, the driveshaft 26 and the differential 28, and the drive shaft 30 rotated with each rear wheel. A torque converter 22, transmission 24, a driveshaft 26, and a differential 28 are transfer elements common to a right-and-left rear wheel.

[0143] Transmission 24 is equipped with the automatic transmission which is not illustrated. This automatic transmission controls electrically the change gear ratio at the time of changing gears the rotational speed of an engine 14 to the rotational speed of the main shaft of transmission 24.

[0144] The car is equipped with the steering wheel 44 in which rotation actuation is done by the operator. The reaction force according to the rotation actuation (henceforth "steering") by the operator is electrically given to the steering wheel 44 by steering reaction force grant equipment 48 as steering reaction force. Magnitude of the steering reaction force is electrically made controllable.

[0145] It is electrically changed by the front steering system 50, the sense, i.e., the front-wheel rudder angle, of a right-and-left front wheel. The front steering system 50 controls a front-wheel rudder angle based on the include angle, i.e., the steering angle, on which rotation actuation of the steering wheel 44 was done by the operator, and controls a front-wheel rudder angle automatically independently with the rotation actuation if needed. That is, in this operation gestalt, the steering wheel 44 and the right-and-left front wheel are insulated mechanically.

[0146] It is electrically changed by the rear steering system 52, the sense, i.e., the rear wheel rudder angle, of a right-and-left rear wheel as well as a front-wheel rudder angle.

[0147] The brake 56 operated in order to control rotation of that is formed in each wheel 10. Each brake 56 is electrically controlled according to the control input of the brake pedal (it is an example of a brakes operation member) 58 by the operator, and is automatically controlled according to an individual every wheel 10 if needed.

[0148] In this car, the suspension of each wheel 10 is carried out to the car body (not shown) through each suspension 62. The suspension property of each suspension 62 is electrically [ according to an individual ] controllable.

[0149] Each component of the car explained above is equipped with the actuator operated in order to operate it electrically. Hereafter, it enumerates concretely, referring to drawing 23 .

(1) An engine 14 The actuator 74(4) front steering system 50 for controlling electrically the actuator 72(3) steering reaction force grant equipment 48 for controlling electrically the actuator 70 (2) transmission 24 for controlling electrically In relation to actuator 78(6) each brake 56 for controlling electrically the actuator 76 (5) rear steering system 52 for controlling electrically, it is prepared according to an individual. Two or more actuators 80 (only one is typically shown in drawing 23 ) for controlling electrically the braking torque applied to each wheel 10 by each brake 56 according to an individual

(7) Two or more actuators 82 (only one is typically shown in drawing 23 ) for being prepared according to an individual in relation to each suspension 62, and controlling the suspension property of each suspension 62 electrically according to an individual

As shown in drawing 1 , said movement control device is carried in the car in the condition of having connected with two or more actuators 70 explained above thru/or 82. This movement control device is operated by the power supplied from the dc-battery (it is an example of a vehicular power supply) which is not illustrated.

[0150] The hardware configuration of the movement control device is notionally expressed to drawing 2 by the block diagram. This movement control unit is constituted considering the computer 90 as a subject. When the processing unit (henceforth "PU") 92, and ROM (it is an example of memory)94 and RAM (it is an example of memory)96 are mutually connected by the bus 98, the computer 90 is constituted as known well.

[0151] PU92 is equipped with a total of three CPUs (not shown) assigned one [ at a time ], respectively about the high order command section 210 and the low order command section 212 which are shown in drawing 4 , and the activation section 214. These three CPUs are sharing ROM94 and RAM96. Therefore, in this operation gestalt, mutually-independent [ of the high order command section 210, the low order command section 212, and the activation section 214 ] is carried out about PU92.

[0152] However, when it is able to make it to have ROM94 and RAM96 of dedication for every CPU and it is made such, mutually-independent [ of the high order command section 210, the low order command

section 212, and the activation section 214 ] will be carried out also about ROM94 and RAM96 only about PU92.

[0153] It is also possible to constitute PU92 from one CPU and to assign the one CPU in common to the high order command section 210, the low order command section 212, and the activation section 214.

[0154] Moreover, it is also possible for two or more CPUs to be assigned to at least one each in the high order command section 210, the low order command section 212, and the activation section 214, and for it to be made to perform parallel processing in strict semantics to it.

[0155] Further, where the input interface 100 and the output interface 102 are connected to a bus 98, it has this movement control device. It connects with the various below-mentioned sensors etc. through the input interface 100, and, on the other hand, this movement control unit is connected to the various above-mentioned actuators through the output interface 102.

[0156] The configuration of ROM94 is notionally expressed to drawing 3 . This is explained in full detail behind.

[0157] The software configuration of said movement control device is notionally expressed to drawing 4 by the block diagram. The various devices connected to this movement control unit are also further shown in this drawing.

[0158] In the input side of that, i.e., the upstream of the informational main flow, as shown in drawing 4 , this movement control unit is related with the operator, the car operated by that operator, and the circumference environment of that car.

[0159] An operator's actuation information is acquired by actuation information acquisition equipment 120, and is inputted into this movement control unit. The car information showing the quantity of state of a car is acquired by car information acquisition equipment 122, and is inputted into this movement control unit. The environmental information showing a circumference environment is acquired by environmental-information acquisition equipment 124, and is inputted into this movement control unit.

[0160] This movement control unit can incorporate required information at any time from these actuation information acquisition equipment 120, car information acquisition equipment 122, and environmental-information acquisition equipment 124. Furthermore, this movement control unit can also use the information acquired in either of two or more processing sections (generic name of the high order command section 210, the low order command section 212, and the activation section 214) of that in another processing section.

[0161] The various sensors and the various switches which constitute actuation information acquisition equipment 120 are shown in drawing 5 . Hereafter, it lists concretely.

(1) Drive actuation relation and accelerator actuation stroke sensor 130: The actuation stroke of the accelerator pedal 20 by the operator [ (it may be expressed by angle of rotation or opening), and ] the sensor (2) brakes-operation relation and brakes operation force sensor 134: to detect -- sensor brakes operation stroke sensor 136: which detects the operating physical force of the brake pedal 58 by the operator -- the actuation stroke of the brake pedal 58 by the operator sensor (3) steering relation / steering angle sensor 140: to detect -- the sensor and steering torque-sensor 142: which detects the angle of rotation (steering angle) of the steering wheel 44 by the operator -- by the operator Sensor (4) various the switch, the vehicle speed, and the distance-between-two-cars control switches 146 which detect the steering torque added to the steering wheel 44 : by the operator The switch rain keeping switch 148 operated in order to permit below-mentioned vehicle speed and distance-between-two-cars control : by the operator Recommendation [ a switch / ] vehicle-speed guidance switch 150 operated in order to permit the below-mentioned rain keeping control: The various devices which constitute car information acquisition equipment 122 are shown in switch drawing 6 operated by the operator in order to permit the below-mentioned recommendation vehicle speed guidance control. Hereafter, it lists concretely.

(1) acceleration relation and order acceleration-sensor 160: -- the sensor and lateral acceleration sensor 162: which detects car order acceleration -- the lateral acceleration (fundamentally) of a car The sensor and the vertical acceleration sensor 164 which detects the lateral acceleration which acts on a car center-of-gravity point : between each wheel 10 and a car body The relative vertical acceleration which can be set the sensor (2) rate relation and speed sensor 168: to detect -- the yaw rate (yaw angular velocity) of the car body of the circumference of the sensor yaw rate-sensor 172:car center-of-gravity point of detecting whenever [ wheel speed / which is the rotational speed of sensor 170:each wheel 10 a sensor and whenever / wheel speed / which detects the vehicle speed which is the travel speed of a car ] The sensor to detect (3) Power-train relation and engine speed sensor 176: The rotational frequency of an engine 14 Sensor main-shaft rotational frequency sensor 177to detect : The rotational frequency of the main shaft of a torque converter 22 the

sensor and road surface slant presumption equipment 180: which detects the pneumatic pressure of the tire of the detection device and tire-pressure sensor 178:each wheel 10 of the sensor (4) to detect and others -- it is equipment which presumes the slant angle (slant angle especially in a car longitudinal direction) of the road surface the car is running, if I add This road surface slant presumption equipment 180 shall presume a slant angle based on the signal from a sensor 170 and yaw rate-sensor 172 grade whenever [ sensors / belonging to car information acquisition equipment 122 / some / 162, i.e., lateral acceleration sensor, and wheel speed ].

[0162] The various devices which constitute environmental-information acquisition equipment 124 are shown in drawing 7 . Hereafter, it lists concretely.

(1) forward-looking radar equipment 190 -- this is equipment which supervises the distance from a car of the object (a precedence vehicle, an obstruction, etc. are included) which exists ahead of a car, a location, etc. by the radar.

(2) front surveillance camera equipment 192 -- this is equipment which supervises the image ahead of a car (a road, a precedence vehicle, an obstruction, etc. are included) with a camera.

(3) a navigation system 194 -- this is a system which guides a car along the road on a map in checking the current position of the car on the earth or a map \*\*\*.

(4) communication system 196 -- or [ that the car is carrying out current transit of this ] -- or the front face of the road it is going to run from now on -- it is the system which receives on radio the environmental information (information based on the Road Traffic Law) of the environmental information about description (for example, the road surface mu) or the geographical feature-description (for example, road configuration), the limiting speed by which authorization by law was carried out about the road, a halt location, etc., etc.

[0163] This communication system 196 can be designed so that it may have the function to transmit further the various information presumed in the self-vehicle to the exteriors, such as other vehicle and an information management station. or [ that for example, the self-vehicle has run in the various information presumed in a self-vehicle ] -- or it is possible to define it as including the information about the road surface mu of the road it is running, and the information about the transit locus recommended that a self-vehicle runs.

[0164] As shown in drawing 4 , it hierarchizes and the software configuration of said movement control unit is constituted by the sense which goes to two or more actuators 70 thru/or 82 from actuation information acquisition equipment 120, above-mentioned car information acquisition equipment 122, and above-mentioned environmental-information acquisition equipment 124 so that the high order command section 210, the low order command section 212, and the activation section 214 may be mutually located in a line with a serial at those order.

[0165] As shown in drawing 3 , in relation to the high order command section 210, the module for the high order command sections is memorized by ROM94. Furthermore, in relation to the low order command section 212, the module for the low order command sections is memorized by ROM94. Although the module for the activation sections is memorized by ROM94 in relation to the activation section 214, to it, it mentions later about this further again.

[0166] In addition, if it adds, one module can be constituted so that it may constitute or may have two or more the program units, as had the program unit which realizes one flow only in one. For example, the module for the high order command sections can be constituted so that two or more program units which perform a target order acceleration operation, a below-mentioned target rudder angle operation, and below-mentioned selection, respectively may be included.

[0167] And in this operation gestalt, various modules carry out mutually-independent about the high order command section 210, the low order command section 212, and the activation section 214, and are performed by PU92.

[0168] If the acquisition equipment 120,122,124 and the actuator 70 thru/or the function of 82 in which you were made to cooperate by this movement control device and it is notionally explained here as contrasted with human being's function As shown in drawing 4 , acquisition equipment 120,122,124 the part which achieves the function in which the part which achieves the function similar to human being's sense organ, the part which achieves the function in which the high order command section 210 resembled human being's brains, the low order command section 212, and the activation section 214 resembled human being's motor nerve -- and An actuator 70 thru/or 82 are parts which achieve the function similar to human being's motile organ.

[0169] The software configuration of the high order command section 210 is classified into drawing 8

paying attention to a function, and is shown to it by the block diagram.

[0170] The high order command section 210 is constituted so that the following part may be included. Target order acceleration operation part 220 : (1) It is a part corresponding to the target order acceleration operation module shown in drawing 3 . Partial (2) target rudder angle operation part 222 which calculates two or more target order acceleration gx1 which should be chosen about a car thru/or gx5 : It is a part corresponding to the target rudder angle operation module shown in drawing 3 . The partial (3) selection section 224 which calculates two or more target rudder angles delta1 and delta2 which should be chosen about a car : It is a part corresponding to one side of two selection modules shown in drawing 3 . The partial (4) selection section 226 which chooses one as target order acceleration gx6 from two or more above-mentioned target order acceleration : It is a part corresponding to another side of the two above-mentioned selection modules. The partial target order acceleration operation part 220 which chooses one as a target rudder angle delta 3 from two or more above-mentioned target rudder angles is equipped with the following three signal-processing sections 240,242,244.

(1) the signal-processing section 240 -- this is a part which changes the signal from actuation information acquisition equipment 120 into the signal which can be processed by computer 90.

(2) the signal-processing section 242 -- this is a part which changes the signal from car information acquisition equipment 122 into the signal which can be processed by computer 90.

[0171] This signal-processing section 242 is equipped with the tire condition judging section 250 as shown in drawing 9 . This is a part which judges whether the conditions (for example, pneumatic pressure, a front face description etc.) of the tire of each wheel 10 are unusual based on the signal from sensor 170 grade whenever [ tire-pressure sensor 178 and wheel speed ].

[0172] Further, the signal-processing section 242 is equipped with advance and retreat / halt judging section 252, as shown in drawing 9 . This is a part which judges whether it is under current, whether a car is moving forward based on the signal from a sensor 170 whenever [ wheel speed ], or retreat, or it is under halt.

[0173] In this advance and retreat / halt judging section 252 For example, are judged with it being about all four wheels, while a car stops if whenever [ wheel speed ] is 0, and about at least one of four wheels, if whenever [ wheel speed ] is forward It is judged with it being, while a car moves forward, and at least one of four wheels will be judged with it being, while a car retreats, if whenever [ wheel speed ] is negative.

[0174] Further, the signal-processing section 242 is equipped with the revolution judging section 254, as shown in drawing 9 . This is a part which judges whether a car is during current and revolution based on the signal from the steering angle sensor 140 and yaw rate-sensor 172 grade.

[0175] It is larger than the set point (for example, 30 degrees) whose absolute value of a steering angle is not 0, or in this revolution judging section 254, when the absolute value of a yaw rate is the set point (for example, 5 times/(second)) which is not 0, it is judged with it being, while a car circles, and when that is not right, it is judged with there being no car during revolution, for example.

(3) the signal-processing section 244 -- this is a part which changes the signal from environmental-information acquisition equipment 124 into the signal which can be processed by computer 90, as shown in drawing 8 .

[0176] This signal-processing section 244 is equipped with the recommendation transit locus operation part 256 as shown in drawing 10 . This is a part into which a car calculates the recommendation transit locus recommended that the car runs even after [ of the every place point under transit / of setup-time T ] 0 second.

[0177] The setup time T0 can be calculated here as time amount which it will take before the car stops, when the basis of setting deceleration (for example, -2.0 m/s2) is made to slow down a car from the current vehicle speed. Moreover, it is also possible to calculate as time amount which it will take before the car stops, when the basis of target deceleration which changes with time amount is made to slow down a car by the below-mentioned operation technique.

[0178] The car front image by which the recommendation transit locus was photoed with front surveillance camera equipment 192 in this recommendation transit locus operation part 256, for example, The current position of the car acquired by the navigation system 194, Based on geographical feature-configurations of the part expected that the car passes -- whether it is a straight-line way or it is a curvilinear way -- it calculates among the roads as for which the car is carrying out current transit even after [ of the every place point under car transit / of setup-time T ] 0 second.

[0179] Fundamentally, a recommendation transit locus is defined as Chuo Line of the transit lane in the road as for which the car is carrying out current transit.

[0180] Further, the signal-processing section 244 is equipped with the criteria stopping distance operation

part 257, as shown in drawing 10. This can calculate the distance which a car can slow down and stop in the range in which the deceleration of a car does not exceed the set point (for example, -3.0 m/s<sup>2</sup>) as criteria stopping distance. Moreover, it is also possible to calculate as time amount which it will take before the car stops, when the basis of target deceleration which changes with time amount is made to slow down a car by the below-mentioned operation technique.

[0181] In this criteria stopping distance operation part 257, road surface mu information on the road as for which the car is carrying out current transit or it is going to run from this -- whether it is coefficient of friction and a dry asphalt way, is a wet asphalt way, is a snowy road, or is a hardened snow way, it is a frozen ski slope, or it is a gravel road -- is incorporated from communication system 196, the below-mentioned car quantity of state presumption section, etc., for example.

[0182] In this criteria stopping distance operation part 257, the information about the radius of curvature (it is an example of a road configuration) in the every place point of the road as for which the car is carrying out current transit or it is going to run from this is further incorporated from communication system 196, a navigation system 194, and front surveillance camera equipment 192 grade.

[0183] And in this criteria stopping distance operation part 257, the distance which a car can slow down and stop from the current vehicle speed calculates as criteria stopping distance according to the following operation technique, for example based on these road surface [ that were crowded picking ] mu information, and radius-of-curvature information. The operation technique is the same as what was mentioned in two in said explanation.

(1) Based on the road surface mu about the operation current road surface of a current condition (expressed by the above-mentioned road surface mu information), and the current vehicle speed V, the current lateral acceleration GY of a car and the target order acceleration GX calculate.

[0184] The current lateral acceleration GY is acquired as calculated value which carried out division process of the square of the current vehicle speed V with current TR R of a car (it is acquirable with the above-mentioned radius-of-curvature information or said steering angle), or is acquired as a detection value of the lateral acceleration sensor 162.

[0185] the lateral acceleration GY which made such and was calculated -- the one half (it is an example of the set point which expected the error of road surface mu information etc. and was set up lower than the road surface mu) of a road surface mu -- or the target order acceleration GX current when having exceeded threshold value (for example, 3.0 m/s<sup>2</sup>) -- min (root (0.8-mu-9.8) (2-GY2), 3.0)

It is carried out. On the other hand, when having not exceeded, current target order acceleration GX is set to 0.

[0186] However, the numeric value in the above-mentioned root notation becomes negative, and the target order acceleration GX current when an operation is impossible is setting deceleration (for example, -1.0 m/s<sup>2</sup>).

It is carried out.

(2) The vehicle speed V5 of 5ms after is presumed by the degree type from the operation current of the condition after 5ms (an example of operation spacing).

[0187] It calculates by the formula from which the travelling direction distance L5 from the current position of the car of 5ms after becomes  $V5=V+GX$  and 0.005 pans  $L5=V$  and 0.005.

[0188] The lateral acceleration GY5 of the car of 5ms after is presumed by the degree type further again by setting to R5 the road radius of curvature of the point which only the travelling direction distance L5 separated from the current position of a car.

[0189]  $GY5=V5^2/R5$  -- based on the calculated presumed lateral acceleration GY5, the target order acceleration GY5 of 5ms after is determined like the case of (1).

(3) The vehicle speed V10 of 10ms after is presumed by the degree type from the operation current of the condition after 10ms.

[0190]  $V10=V5+GX$  5-0.005 -- further -- the travelling direction distance L10 from the current position of the car of 10ms after --  $L10=L5+V5$  and 0.005 -- it calculates by the formula.

[0191] The lateral acceleration GY10 of the car of 10ms after is presumed by the degree type further again by setting to R10 the road radius of curvature of the point which only the travelling direction distance L10 separated from the current position of a car.

[0192]  $GY10=V10^2/R10$  -- based on the calculated presumed lateral acceleration GY10, the target order acceleration GY10 of 10ms after is determined like the case of (1).

(4) The vehicle speed V (5andn) after 5andn [ms] is presumed by the degree type from the operation current of the condition after 5andn [ms] (number of n:operation cycles > 3).

[0193]  $V(5\text{andn}) = V(5-(n-1)) + GX(5-(n-1))$  and 0.005 -- further -- the travelling direction distance  $L(5\text{andn})$  from the current position of the car after  $5\text{andn}$  [ms] --  $L(5\text{andn}) = L(5-(n-1)) + V(5-(n-1))$  and 0.005 -- it calculates by the formula.

[0194] The lateral acceleration  $GY(5\text{andn})$  of the car after  $5\text{andn}$  [ms] is presumed by the degree type further again by setting to  $R(5\text{andn})$  the road radius of curvature of the point which only the travelling direction distance  $L(5\text{andn})$  separated from the current position of a car.

[0195]

$GY(5\text{andn}) = V(5\text{andn})^2 / R(5\text{andn})$

Based on the calculated presumed lateral acceleration  $GY(5\text{andn})$ , the target order acceleration  $GX(5\text{andn})$  after  $5\text{andn}$  [ms] is determined like the case of (1).

(5) Each above-mentioned operation cycle is repeated until the vehicle speed  $V(5\text{andn})$  is set to 0 (i.e., until a car stops). Distance at that time ( $5\text{andn}$ ) is made into said criteria stopping distance.

[0196] In addition, although the road surface  $mu$  used in each operation cycle can be incorporated from the outside for every operation cycle if it adds, it is also possible to incorporate from the outside in consideration of the fact of not changing so frequently, to every setup time (for example, 1 second, several seconds) longer than the period of an operation cycle.

[0197] Since all of the vehicle speed in an every place point until a car stops, travelling direction distance, order acceleration, and lateral acceleration are predicted in advance according to the operation technique explained above, In the range which does not exceed the car gage physically decided not only by the application of the operation of the above-mentioned criteria stopping distance but by the road surface  $mu$  etc. the control which should be performed to the car now in order that a car may realize the demand set at the point with the future -- beforehand -- and it predicts correctly and correspondence becomes possible easily also at the application of controlling the vehicle speed of the car according to it.

[0198] Further, the signal-processing section 244 is equipped with the recommendation vehicle speed acquisition section 258, as shown in drawing 10. This is based on the signal which communication system 196 received on radio from the outside of a vehicle. Whether the car is carrying out current transit Or the limiting speed by which authorization by law was carried out about the road it is going to run from now on, In order that traffic information, such as a halt location, may be acquired and an operator may observe traffic regulation further based on the acquired information, that the real vehicle speed does not exceed is the part which calculates the value recommended as the recommendation vehicle speed.

[0199] As shown in drawing 8, the target order acceleration operation part 220 is equipped with  $gx1$  operation part 260,  $gx2$  operation part 262, and the operation auxiliary control section 264 in order to calculate the target order acceleration of said plurality.

[0200]  $gx1$  operation part 260 calculates the target order acceleration  $gx1$ , using alternatively the accelerator actuation stroke and brakes operation force which were acquired by actuation information acquisition equipment 120.

[0201]  $gx1$  operation part 260 has an accelerator actuation stroke larger than 0, and when the brakes operation force is 0 (at the time of drive actuation), specifically, it calculates the target order acceleration  $gx1$  according to relation as shown in drawing 11 in a graph based on the accelerator actuation stroke  $acc$ .

[0202] On the other hand, when the brakes operation force is larger than 0 (at the time of brakes operation),  $gx1$  operation part 260 calculates the target order acceleration  $gx1$  according to relation as shown in drawing 12 in a graph based on the brakes operation force  $br$ .

[0203] On the other hand,  $gx2$  operation part 262 calculates the target order acceleration  $gx2$  based on said recommendation transit locus and said road surface  $mu$  information.

[0204] In this  $gx2$  operation part 262, acceleration before and after generating a car in an every place point about the part corresponding to criteria stopping distance among recommendation transit loci by the same technique as the operation technique of the order acceleration for calculating criteria stopping distance mentioned above is determined as order acceleration  $gx2$ .

[0205] If said operation auxiliary control section 264 is original, it is a part for choosing a suitable thing two or more above-mentioned actuators 70 thru/or among 82 for the purpose of executing by proxy operation which an operator should perform, or compensating lack of an operator's operation workmanship, decision capacity, attentiveness, etc., and raising the safety of a car, and controlling automatically.

[0206] The function realized by the operation auxiliary control section 264 is shown to drawing 13 by the block diagram. Hereafter, it lists concretely.

(1) operation vicarious execution, the vehicle speed, and the distance-between-two-cars control system 270 - - this is a system which controls the real vehicle speed, as in agreement with the setting vehicle speed by the

operator, and it calculates order acceleration required for such vehicle speed control as target order acceleration gx4.

[0207] In this vehicle speed and distance-between-two-cars control system 270, distance-between-two-cars control (flattery transit control) which, and, and follow a precedence vehicle, and it is started, or follows a precedence vehicle based on the signal from forward-looking radar equipment 190, and is stopped further is also performed. [ control ] [ following a precedence vehicle and making it slow down a self-car ] [ following a precedence vehicle and accelerating it in the range which does not exceed the setting vehicle speed, ]

[0208] Here, the vehicle speed and the distance-between-two-cars control system 270 explain an example of a principle which calculates the target order acceleration gx4.

[0209] In this vehicle speed and distance-between-two-cars control system 270, it is judged whether a precedence vehicle or an obstruction exists on the part corresponding to said criteria stopping distance among said recommendation transit loci. When it exists, decelerating a self-car from the current vehicle speed so that the real vehicle speed of a self-car may be in agreement with the rate (for example, the rate serves as zero when the obstruction has fixed in land) of a precedence vehicle or an obstruction at the anticipation attainment stage when it is expected that a self-car will arrive at the current position of a precedence vehicle or an obstruction in the future is assumed.

[0210] In this vehicle speed and distance-between-two-cars control system 270, the car order acceleration in an every place point is determined as target order acceleration gx4 during the moderation assumed such by using the technique as the operation technique of the order acceleration for calculating criteria stopping distance mentioned above in every between from this time to the above-mentioned anticipation attainment stage, and installation time interval (for example, 5ms) in which a self-car is the same.

[0211] That is, this target order acceleration gx4 is determined as order acceleration with required realizing in order to avoid the collision with a precedence vehicle or an obstruction.

[0212] - the recommendation vehicle speed guidance system 272 -- this is a system which controls an actuator, as the real vehicle speed of a car does not separate greatly from said recommendation vehicle speed, and it calculates order acceleration required for implementation of such a function as target order acceleration gx3.

[0213] In this recommendation vehicle speed guy DANNSU system 272, when the current vehicle speed of a car is higher than the recommendation vehicle speed, the target order acceleration gx3 is determined as the set point by the side of moderation (for example, -2.0 m/s<sup>2</sup>), for example. On the other hand, when mostly in agreement with the recommendation vehicle speed, it is determined as 0 m/s<sup>2</sup>. Moreover, when lower than the recommendation vehicle speed, it is determined as the set point by the side of acceleration (for example, 2.0 m/s<sup>2</sup>).

[0214] - the automatic urgent brake system 274 -- the system which controls an actuator so that a car stops when it judges whether this needs to stop a car immediately based on the signal from forward-looking radar equipment 190, front surveillance camera equipment 192, and communication system 196 grade and there is the need -- it is -- order acceleration required for implementation of such a function -- as the target order acceleration gx5 -- calculating .

[0215] In this automatic urgent brake system 274, when it judges with it being required to stop a car immediately for example, the target order acceleration gx5 is determined as the set point by the side of moderation (for example, -12.0 m/s<sup>2</sup>). On the other hand, when the need does not exist, the target order acceleration gx5 is determined as the zero or more set points (for example, 2.0 m/s<sup>2</sup>).

[0216] As shown in drawing 4 , the target rudder angle operation part 222 is equipped with delta1 operation part 280 and the operation auxiliary control section 282.

(1) delta1 operation part 280 -- this is a part which calculates the target rudder angle (desired value of a front-wheel rudder angle) delta 1 based on said steering angle theta. The target rudder angle delta 1 can be calculated by calculating by carrying out division process of the steering angle theta by the steering gear ratio as a fixed value, or carrying out division process by the steering gear ratio as an adjustable value which induces car quantity of states, such as the vehicle speed.

[0217] In addition, although the steering gear which connect mechanically a right-and-left front wheel and the steering wheel 44 of each other do not exist really in this operation gestalt if it adds, the steering gear which exist really are supposed and the relation (ratio) between the front-wheel rudder angle delta and the steering angle theta is described.

(2) the operation auxiliary control section 282 -- this is a part for controlling two or more actuators, in order to mainly execute by proxy operation which an operator should perform, if it is original.

[0218] As shown in drawing 14 , this operation auxiliary control section 282 is equipped with the rain

keeping system 286.

[0219] This rain keeping system 206 is a system which calculates the target rudder angle delta 2 with required realizing in order that a car may trace said recommendation transit locus on the basis of said target order acceleration gx4 covering the die length of said criteria stopping distance.

[0220] Here, the rain keeping system 286 explains an example of a principle which calculates the target rudder angle delta 2.

[0221] The target vehicle speed Vd in each stage when a car traces a recommendation transit locus sets operation spacing of that to t0, and the current vehicle speed is expressed with V0, then a degree type.

[0222] While the count of an operation is expressed and a car runs covering the die length of said criteria stopping distance, the increment of  $Vd(n) = V(n-1) + gx4, t0$ , however the subscript "(n)" is carried out every [ 1 ].

[0223] Moreover, the locations X and Y in each stage t of a car are expressed with a degree type on rectangular coordinate system X-Y which sets a zero to X0 and Y0.

The coordinate-value beta:car-body horizontal slip angle ya on a Y-axis parallel to the coordinate-value Y:car cross direction on  $\int \cos(\beta + ya) dt$   $Y(t) = Y0[ X(t) = X0 + V \cdot t + \int \sin(\beta + ya) dt ] + V$  and  $\int \sin(\beta + ya) dt$ , however the X-axis parallel to X:car longitudinal direction: The yaw angle of a car (it is acquirable if it integrates with a yaw rate about time amount)

When the premise that car-body slip-angle beta is about 0 is applied here, the location X in each stage n of a car (n) and Y (n) are expressed with a degree type after all.

[0224]  $X(n) = X(n-1) + V(n) \cdot t$ ,  $\cos(ya)$  and  $Y(n) = Y(n-1) + V(n) \cdot t$ ,  $\sin(ya)$ , and to -- these formulas express an example car location-rate-related [ above-mentioned ].

[0225] Moreover, the yaw angle ya in each stage n of a car (n) is expressed with a degree type.

[0226]  $ya(n) = ya(n-1) + t0$  and  $V(n) - \delta(n) / L - (1 + Kh \cdot V2(n))$

However, delta:car rudder angle Kh, i.e., a front-wheel rudder angle,: Stability factor (known)

L: The wheel base of a car (known)

Therefore, the target rudder angle delta 2 in each stage n while a car runs covering the die length of criteria stopping distance is expressed with a degree type if the road surface slant angle sa presumed by road surface slant presumption equipment 180 is taken into consideration.

[0227]  $\delta(n) = (ya(n) - ya(n-1)) - (1 + Kh \cdot V2(n)) \cdot L / (t0 + V(n)) \cdot L - Kh \cdot sa$  -- this formula is a formula expressing the two-flower model which describes the behavior of a car in the linear range regularly. The two-flower model is a model of the format which describes not dynamic behavior but the static behavior of a car.

[0228] When having added and it was a large value as the steering angle delta required since the lane a car runs is saved on a recommendation transit locus is 90 degrees, made it in addition, more suitable for an operator to depend rather than having depended for a rain keeping on the rain keeping system 286.

[0229] However, displeasure may be given to an operator in canceling the rain keeping control by the rain keeping system 286 suddenly, when it becomes clear that the steering angle delta required for a rain keeping becomes quite large from usual in the immediately next moment during car transit.

[0230] then, the time of it becoming clear that the stage for which the future transit locus of a car is predicted within to some extent long limits, and the big steering angle delta for a rain keeping is needed will come in the future, i.e., quite this side of a stage that the big steering angle delta is needed If it warns the operator of rain keeping control being canceled in the future, an operator will operate being ready for that and does not need to give an operator displeasure at the time of actual cancellation of rain keeping control.

[0231] Whenever [ target order acceleration-and-deceleration / of five / which were calculated as mentioned above ], gx1 thru/or gx5 are supplied to the selection section 224, as shown in drawing 8 . Although this selection section 224 chooses a suitable thing as target order acceleration gx6 as mentioned above among the target order acceleration gx1 of these five thru/or gx5, that selection is performed according to the selection rule defined beforehand.

[0232] The fundamental view at the time of setting up these selection rule is as follows.

- (1) The vehicle speed and the distance-between-two-cars control switch 146 are operated by the operator, by that cause, when an operator permits activation of the vehicle speed and distance-between-two-cars control, it does not ask whether it is at the drive actuation time, or it is at the brakes operation time in this case, but selection of target order acceleration is performed so that priority may be given to an operator's operation.
- (2) The recommendation vehicle speed guidance switch 150 is operated by the operator, and thereby, when an operator permits activation of recommendation vehicle speed guidance control, the criteria of selection differ in the time of drive actuation and brakes operation in this case.

[0233] a. If the drive actuation Tokizane vehicle speed is below the recommendation vehicle speed, selection of target order acceleration will be performed so that priority may be given to an operator's operation, but when higher than the recommendation vehicle speed, selection of target order acceleration is performed so that the recommendation vehicle speed may be realized.

[0234] b. It does not ask whether the brakes operation Tokizane vehicle speed is below the recommendation vehicle speed, but selection of target order acceleration is performed so that priority may be given to an operator's operation.

(3) When it judges with it being required for the automatic urgent brake system 274 to stop a car immediately, even if it is at the drive actuation time, selection of target order acceleration is performed in this case so that the emergency shut down of a car may be realized. Moreover, at the time of brakes operation, the one where an absolute value is larger is chosen as target order acceleration  $gx_6$  among the deceleration reflecting an operator's brakes operation, and the target order acceleration  $gx_5$  (in this case, deceleration in a narrow sense is meant) which the automatic urgent brake system 274 calculated.

[0235] In the above, although selection rule were explained notionally, it explains concretely hereafter.

(1) When the vehicle speed and the distance-between-two-cars control switch 146 are operated, and the recommendation vehicle speed guidance switch 150 is also operated, and a. brakes operation force is larger than 0, it is  $gx_6 = \min(gx_1, gx_2, gx_3, gx_4, gx_5)$ .

b. When the brakes operation force is 0 and an accelerator actuation stroke is larger than 0, it is  $gx_6 = \min(\max(gx_1, gx_2, gx_4), gx_3, gx_5)$ .

c. When a brakes operation force and accelerator actuation stroke is also 0, it is  $gx_6 = \min(gx_2, gx_3, gx_4, gx_5)$ .

(2) The vehicle speed and the distance-between-two-cars control switch 146 are [ although operated, ]  $gx_6 = \min(gx_1, gx_2, gx_4, gx_5)$ , when the recommendation vehicle speed guidance switch 150 is not operated, and a. brakes operation force is larger than 0.

b. When the brakes operation force is 0 and an accelerator actuation stroke is larger than 0, it is  $gx_6 = \min(\max(gx_1, gx_2, gx_4), gx_5)$ .

c. When a brakes operation force and accelerator actuation stroke is also 0, it is  $gx_6 = \min(gx_2, gx_4, gx_5)$ . However, the minimum value  $\max(, )$  of two or more numeric values in a  $\min(, )$ : parenthesis: The maximum (3) vehicle speed and the distance-between-two-cars control switch 146 of two or more numeric values which can be set in a parenthesis are [ although not operated, ]  $gx_6 = \min(gx_1, gx_3, gx_5)$ , when the recommendation vehicle speed guidance switch 150 is operated, and a. brakes operation force is larger than 0.

b. When the brakes operation force is 0 and an accelerator actuation stroke is larger than 0, it is  $gx_6 = \min(gx_1, gx_3, gx_5)$ .

c. When a brakes operation force and accelerator actuation stroke is also 0, it is  $gx_6 = \min(gx_3, gx_5)$ .

(4) When neither the vehicle speed and the distance-between-two-cars control switch 146 nor the recommendation vehicle speed guidance switch 150 is operated, it is  $gx_6 = \min(gx_1, gx_5)$ .

Two target rudder angles  $\delta_1$  and  $\delta_2$  calculated as mentioned above are supplied to the selection section 226, as shown in drawing 8. Although this selection section 226 chooses a suitable thing as a target rudder angle  $\delta_3$  as mentioned above between these two target rudder angles  $\delta_1$  and  $\delta_2$ , that selection is performed according to the selection rule defined beforehand.

[0236] The contents of these selection rule are as follows.

(1) The rain keeping 148 is operated by the operator, and when there is no declaration of intention that an operator wants to steer himself, the target rudder angle  $\delta_2$  calculated by the rain keeping system 286 is chosen as a target rudder angle  $\delta_3$  in this case.

(2) Although the rain keeping 148 is not operated by the operator or it is operated, when there is declaration of intention that an operator wants to steer himself, the target rudder angle  $\delta_1$  which reflected steering by the operator directly is chosen as a target rudder angle  $\delta_3$  in this case.

[0237] In addition, if it adds, in this selection section 226, the existence of declaration of intention that an operator wants to steer himself will be judged based on the information from said revolution judging section 254.

[0238] As mentioned above, although the function of the high order command section 210 was explained, the contents of the module for the high order command sections in drawing 3 are notionally expressed with the flow chart to drawing 15.

[0239] Besides, it sets to the module for the command sections, and is step S1 (it only expresses with "S1" hereafter.) first. It sets to suppose that it is the same about other steps, and acquisition equipment 120 thru/or

the signal from 124 are processed. This S1 constitutes the three signal-processing sections 240 thru/or 244. [0240] Next, in S2, the above-mentioned target order acceleration gx1 calculates. These S2 constitutes gx1 operation part 260. Then, in S3, the above-mentioned target order acceleration gx2 calculates. These S3 constitutes gx2 operation part 262. Then, in S4, the above-mentioned target order acceleration gx3 thru/or gx5 calculate. This S4 constitutes the operation auxiliary control section 264.

[0241] Then, in S5, it is chosen [ whenever / target order acceleration-and-deceleration / of these five ] as gx6 whenever [ target order acceleration-and-deceleration / of the above-mentioned / one / of gx1 thru/or the gx(es)5 ]. These S5 constitutes the selection section 224.

[0242] Then, in S6, the above-mentioned target rudder angle delta 1 calculates. These S6 constitutes delta1 operation part 280. Then, in S7, the above-mentioned target rudder angle delta 2 calculates. These S7 constitutes the operation auxiliary control section 282.

[0243] Then, in S8, it is chosen as a target rudder angle delta 3 of the above-mentioned [ one ] of these two target rudder angles delta1 and delta2. These S8 constitutes the selection section 226.

[0244] Above, one activation of this module for the high order command sections is completed.

[0245] The software configuration of the low order command section 212 shown in drawing 4 is classified paying attention to a function, and is shown to drawing 16 by the block diagram.

[0246] The low order command section 212 is constituted so that the following part may be included.

(1) the car quantity of state presumption section 300 -- this is a part which presumes the quantity of state of a car according to a known principle based on the signal from operation information acquisition equipment 120, car information acquisition equipment 122, and environmental-information acquisition equipment 124.

[0247] In this car quantity of state presumption section 300, car quantity of states, such as the road surface mu of the road the vehicle speed V and a car are running, car-body slip-angle beta, front-wheel slip-angle alphaf, and rear wheel slip-angle alphar, are presumed whenever [ wheel speed / of each wheel 10 ] based on the lateral acceleration of a car body, a yaw rate, etc. The high order command section 210 can refer a required thing at any time among the presumed car quantity of states.

[0248] In this car quantity of state presumption section 300, although whenever [ wheel speed ] is max among four wheels 10 as the vehicle speed V is known well, whenever [ wheel speed ] is presumed based on the fact that possibility of being in agreement with the true vehicle speed is high, for example.

[0249] Moreover, in this car quantity of state presumption equipment 300, it is presumed based on the after [ real forward ] acceleration and real lateral acceleration of a car when the yaw rate whose road surface mu is the deflection from the target yaw rate of a real yaw rate exceeds the set point for example.

[0250] Generally, when the cornering property of a tire shifts to a nonlinear field from a linearity field, it sets, and it is thought that coefficient of friction between a tire and a road surface reached peak value, it is possible and the peak value is reflecting the road surface mu.

[0251] On the other hand, if a target yaw rate is calculated on the basis of a two linearity model, that the above-mentioned yaw rate deflection exceeds the set point means after all that the cornering property of a tire shifts to a nonlinear field from a linearity field.

[0252] Based on such knowledge, a road surface mu is presumed in this operation gestalt based on the after [ real forward ] acceleration and real lateral acceleration of a car when the above-mentioned yaw rate deflection exceeds the set point.

[0253] Specifically, a road surface mu is calculated as a square root of the sum of the square of the after [ real forward ] acceleration of a car when the above-mentioned yaw rate deflection exceeds the set point, and the square of real lateral acceleration.

[0254] Moreover, in this car quantity of state presumption section 300, car-body slip-angle beta is presumed based on lateral acceleration, the vehicle speed, a yaw rate, etc. by using the car model showing flat-surface movement including sideslipping movement and yaw movement of a car, for example as indicated by the patent No. 2962025 official report. This car model is an example of the car model which describes the dynamic behavior of a car.

(2) the target car quantity of state operation part 302 -- this is a part which calculates the target yaw rate yrd of a car, and target car-body slip-angle betad as a target car quantity of state based on operation information, the real quantity of state of a car, etc., respectively.

[0255] Therefore, the target car quantity of state operation part 302 is equipped with the target yaw rate operation part 310 and the target car-body slip-angle operation part 312 as shown in drawing 17.

[0256] In the target yaw rate operation part 310, the target yaw rate yrd calculates using a degree type based on the presumed vehicle speed V and the target rudder angle delta 3.

3/(1+Kh-V2) (-L) of yrd=V-delta

On the other hand, in the target car-body slip-angle operation part 312, target car-body slip-angle betad calculates using a degree type based on the presumed vehicle speed V and the target rudder angle delta 3. betad= (1- (m-Lf-V2) ((2 and L-Lr-Kr))) and 3/(1+Kh-V2) (-L) of Lr-delta

However, m: Car weight (known)

Lf: Distance to front-wheel axle empty vehicle both the centers-of-gravity point (known)

Lr: Distance to rear wheel axle empty vehicle both the centers-of-gravity point (known)

Kr: Cornering stiffness of a rear wheel (known)

(3) the controlled-variable operation part 304 -- this is a part which calculates the controlled variable which should control a required thing two or more actuators 70 thru/or among 82 in order to realize the target car quantity of state calculated by the target car quantity of state operation part 302 so that the stability of the behavior of a car may not fall.

[0257] This controlled-variable operation part 304 calculates the target yaw moment Md about a car body, the final target order acceleration gxd, and the target lateral acceleration gyd as a controlled variable based on a real quantity of state, a target quantity of state, etc. of a car, respectively.

[0258] Therefore, the controlled-variable operation part 304 is equipped with the target yaw moment operation part 320, the target order acceleration operation part 324, and the target lateral acceleration operation part 326 as shown in drawing 18 .

[0259] - the target yaw moment operation part 320 -- in this target yaw moment operation part 320, the target yaw moment Md (it is not an absolute value but a relative value) additionally generated by the car body calculates using a degree type based on real car-body slip-angle beta and target car-body slip-angle betad, the real yaw rate yr, and the target yaw rate yrd.

Md=aand(beta-betad) +b- (yr-yrd)

However, a : They are a fixed value or the vehicle speed V, and the adjustable value that changes according to a road surface mu. In this target order acceleration operation part 324 the adjustable value from which a sign changes according to a forward b:fixed value or the vehicle speed V, and a road surface mu -- it is -- a sign -- negative and the target order acceleration operation part 324 -- When the behavior of a car has the unstable target order acceleration gx6 supplied from the high order command section 210, the acceleration inclination of a car decreases (whether acceleration decreases). It changes from acceleration to moderation, or deceleration increases, and is amended, and the final target order acceleration gxd calculates by the amendment.

[0260] In this target order acceleration operation part 324, the amount gPlus of amendments for amending the target order acceleration gx6 is determined. Let the amount gPlus of amendments be the value which amends it by being added to the target order acceleration gx6 in this operation gestalt. It takes a forward value to increase the target order acceleration gx6 so that it may take a negative value and may accelerate a car conversely, when the target order acceleration gx6 wants to decrease so that the amount gPlus of amendments may decelerate a car.

[0261] In this operation gestalt, concretely, as shown in drawing 19 , according to the absolute value of yaw rate deflection deltayr which is the deflection from the target yaw rate yrd of the real yaw rate yr, the estimate gPlus0 of the amount gPlus of amendments is determined. This estimate gPlus0 can give a definition as a negative value which an absolute value increases as the absolute value of for example, yaw rate deflection deltayr (degree/second) increases.

[0262] In this target order acceleration operation part 324, the gain VGain by which it multiplies in order to amend the estimate gPlus0 determined by making it such is determined. This gain VGain can give a definition as a value which increases to 1 which is maximum as for example, the vehicle speed V increases.

[0263] In this target order acceleration operation part 324, when the gain VGain determined as the estimate gPlus0 determined as mentioned above as mentioned above multiplies, the final amount gPlus of amendments calculates.

[0264] In this target order acceleration operation part 324, although the final target order acceleration gxd calculates by adding that calculated amount gPlus of amendments to the target order acceleration gx6, as shown in drawing 20 , it restricts at the time of car acceleration, and decreases by the adjustable percentage reduction gk (%) in this operation gestalt. Furthermore, in this operation gestalt, it is restricted so that acceleration before and after the target order acceleration gxd is equivalent to a road surface mu, as shown in this drawing may not be exceeded. This limit is equivalent to the traction control which controls that the spin inclination of a driving wheel increases at the time of a car drive.

[0265] The above-mentioned percentage reduction gk is calculated in this operation gestalt based on the target yaw moment Md and yaw rate deflection deltayr. Specifically, let yaw rate deflection deltayr be the

percentage reduction gk with the final larger one among the provisional percentage reduction gk determined from a viewpoint of the target yaw moment Md without taking into consideration, and the provisional percentage reduction gk determined from a viewpoint of yaw rate deflection deltayr without taking the target yaw moment Md into consideration.

[0266] By the way, the target order acceleration gx6 is decreased, the target order acceleration gxd is obtained, and when necessary [ to return the target order acceleration gxd to the target order acceleration gx6 ] after decelerating a car so that it may be realized, in having returned the target order acceleration gxd immediately, a steep change may arise in the behavior of a car.

[0267] Then, in this operation gestalt, the return inclination of the target order acceleration gxd is restricted. That is, when percentage reduction gk tends to be updated by zero after it is set as the value which is not 0, as gently updated in 0 over a certain time amount (for example, 1 second), it is changed.

[0268] As this operation gestalt is shown in drawing 21 R>1, percentage reduction gk is determined that it will increase according to the target yaw moment Md, then, specifically, the gain Gain corresponding to a road surface mu and the vehicle speed V is determined. The percentage reduction gk by which a decision of the determined gain Gain was made [ above-mentioned ] is multiplied, and, thereby, the provisional percentage reduction gk corresponding to the target yaw moment Md calculates.

[0269] Furthermore, in this operation gestalt, as shown in drawing 21, percentage reduction gk is determined that it will increase according to yaw rate deflection deltayr, and, thereby, the provisional percentage reduction gk corresponding to yaw rate deflection deltayr calculates.

[0270] Then, in this operation gestalt, as shown in drawing 21, the larger one is chosen between two provisional percentage reduction gk calculated above. Then, to the percentage reduction gk, the above-mentioned return inclination limit will be performed and the final percentage reduction gk will calculate by that cause.

[0271] - the target lateral acceleration operation part 326 -- this target lateral acceleration operation part 326 calculates the target lateral acceleration gyd based on the target yaw rate yrd and the vehicle speed V.

[0272] This target lateral acceleration operation part 326 calculates the target lateral acceleration gyd for example, using a degree type.

[0273] Although the function of the low order command section 212 was explained more than  $grd=yrd-V$ , the contents of the module for the low order command sections in drawing 3 are notionally expressed with the flow chart to drawing 22.

[0274] In this module for the low order command sections, the above-mentioned car quantity of state is first presumed in S31. These S31 constitutes the car quantity of state presumption section 300.

[0275] Next, in S32, the above-mentioned target yaw rate yrd calculates. These S32 constitutes the target yaw rate operation part 310. Then, in S33, the above-mentioned target car-body slip-angle betad calculates. These S33 constitutes the target car-body slip-angle operation part 312.

[0276] Then, in S34, the above-mentioned target yaw moment Md calculates. These S34 constitutes the target yaw moment operation part 320. Then, in S35, the above-mentioned target order acceleration gxd calculates. These S35 constitutes the target order acceleration operation part 324. Then, in S36, the above-mentioned target lateral acceleration gyd calculates. These S36 constitutes the target lateral acceleration operation part 326.

[0277] Above, one activation of this module for the low order command sections is completed.

[0278] The software configuration of the activation section 214 shown in drawing 4 is hierarchized by drawing 23 paying attention to a function, and is shown to it by the block diagram.

[0279] The activation section 214 is constituted so that the following part may be included.

A. The distribution section 340 is a part which distributes the controlled variable which should control all the actuators 70 thru/or 82 integrative about all the actuators 70 thru/or 82, in order to realize the target car quantity of states Md, gxd, and gyd which were prepared, concerning two or more actuators 70 thru/or 82 of the whole besides [ high order distribution section 340 ], and were supplied from the low order command section 212.

[0280] All the actuators 70 thru/or the controlled variable (henceforth a "whole controlled variable") by 82 are distributed [ in / besides / the distribution section 340 ] to three. These three are as follows.

(1) the amount of order force related distributions -- this is an amount distributed to the combination of the power train and brake 56 containing the element 14 which controls each wheel 10 order force for a whole controlled variable, i.e., an engine, and transmission 24.

(2) the amount of vertical force related distributions -- this is the element which controls the vertical force of each wheel 10 for a whole controlled variable, i.e., the amount which distributes to a suspension 62.

(3) the amount of lateral-force related distributions -- this is an amount distributed to the element which controls the lateral force of each wheel 10 for a whole controlled variable, i.e., the steering system containing the front steering system 50 and the rear steering system 52.

B. the low order distribution section 342 -- this low order distribution section 342 is a part which distributes the controlled variable which was prepared about two or more actuators 70 thru/or the part of 82, and was supplied from the high order distribution section 340 to some of those actuators.

[0281] This low order distribution section 342 is formed in relation to the combination of a power train and a brake 56 in this operation gestalt. This low order distribution section 342 determines the amount of power-train related distributions which distributes the amount of force related distributions before and after supplying from the high order distribution section 340 to a power train, and the amount of brake related distributions distributed to a brake 56.

C. a control section 344 -- this control section 344 is a part which controls two or more actuators 70 thru/or 82 so that the controlled variable supplied from the high order distribution section 340 or the low order distribution section 342 is realized.

[0282] The high order distribution section 340, the low order distribution section 342, and the control section 344 which were explained above realize the function of the proper given to each by making a computer 90 perform bottom two or more mutually-independent modules on a software configuration, respectively. Therefore, as shown in drawing 3, the module for the high order distribution sections, the module for the low order distribution sections, and the module for control sections carry out mutually-independent, and are memorized by ROM94.

[0283] In the above, although the software configuration of the high order distribution section 340, the low order distribution section 342, and a control section 344 was explained roughly, it explains concretely hereafter.

(1) As besides [ high order distribution section 340 ] shown in drawing 24, the distribution section 340 is constituted so that the target tire order force operation part 370, the target steering controlled-variable operation part 372, and the target suspension controlled-variable operation part 374 may be included.

[0284] In the target tire order force operation part 370, the target individual order force  $F_x$  calculates as target tire order force (the amount of said order force related distributions).

[0285] The contents of activation of the target tire order force operation part 370 are notionally expressed with the flow chart to drawing 25.

[0286] First, in S51, the whole target order force  $F_x$  which should be realized in the four whole wheel 10 calculates. This operation is performed for example, using a degree type.

[0287]  $F_x = g \cdot x \cdot d - m$ , however "m" express car mass.

[0288] Next, in S52, in order to distribute the calculated whole target order force  $F_x$  to each wheel 10, the provisional target individual order force which should be realized every wheel 10 calculates.

[0289] This operation can be carried out so that the whole target order force  $F_x$  may be distributed to each wheel 10 in proportion to the magnitude of the basis of the premise of making into homogeneity the rate to which each wheel 10 pays the whole target order force  $F_x$  among these four wheels 10, and the friction circle of each wheel 10.

[0290] If the magnitude of each friction circle of a forward left ring, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring expresses each vertical force of a forward left ring, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring with  $f_{zfl}$ ,  $f_{zfr}$ ,  $f_{zrl}$ , and  $f_{zrr}$ , it can be expressed with  $\mu_{fl} \cdot f_{zfl}$ ,  $\mu_{fr} \cdot f_{zfr}$ ,  $\mu_{rl} \cdot f_{zrl}$ , and  $\mu_{rr} \cdot f_{zrr}$ .

[0291] In this case, the each provisional target individual order force  $f_{xfl0}$ ,  $f_{xfr0}$ ,  $f_{xrl0}$ , and  $f_{xrr0}$  of a forward left ring, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring is searched for by the degree type.

[0292]

$$f_{xfl0} = F_x - (\mu_{fl} \cdot f_{zfl}) / (m \cdot B)$$

$$f_{xfr0} = F_x - (\mu_{fr} \cdot f_{zfr}) / (m \cdot B)$$

$$f_{xrl0} = F_x - (\mu_{rl} \cdot f_{zrl}) / (m \cdot B)$$

$$f_{xrr0} = F_x - (\mu_{rr} \cdot f_{zrr}) / (m \cdot B)$$

However, mass  $g$  of  $m$ :car: The vertical force  $f_{zfl}$ ,  $f_{zfr}$ , and  $f_{zrl}$  and  $f_{zrr}$  of a term required to calculate the provisional target individual order force  $f_{xfl0}$ ,  $f_{xfr0}$ ,  $f_{xrl0}$ , and  $f_{xrr0}$  in which it explained more than gravitational acceleration  $B$ :micro  $f_{zfl} + \mu_{fl} f_{zfr} + \mu_{rl} f_{zrl} + \mu_{rr} f_{zrr}$ , i.e., a forward left ring, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring can be calculated for example, using a degree type.

[0293]  $f_{zfl} = f_{zfl0} + m \cdot (-g \cdot H/L/2 - g \cdot y - H \cdot f_{roll}/T)$

$fzfr=fzf0+m \cdot (-gx \cdot H/L/2 + gy \cdot H \cdot froll/T)$

$fzrl=fzr0+m \cdot (gx \cdot H/L/2 - gy \cdot H \cdot (1-froll)/T)$

$fzrr=fzr0+m \cdot (gx \cdot H/L/2 + gy \cdot H \cdot (1-froll)/T)$

However, m:car mass H (known): Center-of-gravity quantity (known)

L: The wheel base of a car (=Lf+Lr)

froll: The front roll stiffness criterion which takes the value not more than more than 01 (acquired from the below-mentioned target suspension controlled-variable operation part 374)

T: The tread of a car (known)

$fzf0$ : Static allocation for each front wheel of vehicle load (=m-Lr/L/2)

$fzr0$ : Static allocation to each rear wheel of vehicle load (=m-Lf/L/2)

Lf: Distance Lr to front-wheel axle empty vehicle both the centers-of-gravity point : to distance \*\*\*\* to rear wheel axle empty vehicle both the centers-of-gravity point The lateral force fyfl, fyfr, and fyrl and fyrr of a forward left ring, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring For example, it is possible to calculate using a degree type based on lateral acceleration gy, the yaw angular acceleration dyr (for it to be acquirable by differentiating a yaw rate about time amount), the vertical force fzfl, fzfr, and fzrl of each wheel 10, fzrr, etc.

[0294]  $fyfl=(m-gy \cdot Lr+I \cdot dyr) \text{ and } fzfl/(L \cdot (fzfl+fzfr))$

$fyfr=(m-gy \cdot Lr+I \cdot dyr) \text{ and } fzfr/(L \cdot (fzfl+fzfr))$

$fyrl=(m-gy \cdot Lf-I \cdot dyr) \text{ and } fzrl/(L \cdot (fzrl+fzrr))$

$fyrr=(m-gy \cdot Lf-I \cdot dyr) \text{ and } fzrr/(L \cdot (fzrl+fzrr))$

However, "I" expresses the yaw moment of inertia (known) of a car.

[0295] Then, in S53 of drawing 25, when the provisional target individual order force fx0 calculated as mentioned above is realized in a car, the yaw moment it is expected to be to be additionally generated on the car calculates as yaw moment variation.

[0296] Although the technique of calculating the yaw moment variation is explained hereafter, it explains taking the case of the case where the provisional target individual order force fx0 which should be realized in a car is damping force, and since it is the same about the case where it is driving force, explanation is omitted.

[0297] The yaw moment variation Mfl, Mfr, Mrl, and Mrr accompanying having given damping force to the forward left ring, the forward right ring, the left rear ring, and the right rear ring is divided into the condition that resultant force with the damping force of each wheel 10 and lateral force does not reach the friction circle from which a radius changes according to the vertical force of that, and the condition of having reached, and is calculated.

[0298] The operation technique is typically explained taking the case of the condition that said resultant force reached the friction circle.

[0299] The yaw moment variation Mfl, Mfr, Mrl, and Mrr made into the damping force of each wheel 10 is equal to the sum of the yaw moment variation Mxfl, Mxfr, and Mxrl by the direct moment by the damping force, Mxrr, the yaw moment variation Myfl, Myfr, and Myrl accompanying lateral-force reduction of each wheel 10 and Myrr, and the yaw moment variation Mzfl, Mzfr, and Mzrl accompanying lateral-force change of each wheel 10 in accordance with change of a friction circle radius and Mzrr.

[0300] The yaw moment variation Mzfl, Mzfr, and Mzrl and Mzrr are the values in which the radius of the friction circle of each wheel 10 changed to it, and the lateral force of each wheel 10 also reflected the phenomenon in which changed and yaw moment variation changed with the change, by the change when load migration took place in the car here.

[0301] Specifically, the yaw moment variation Mxfl, Mxfr, and Mxrl and Mxrr are calculated for example, by the degree type.

[0302] The direct yaw moment by damping force calculates the yaw moment variation Myfl, Myfr, and Myrl by  $Mxfl=T-fxfl$  / lateral force decreasing 2 Mxfr with  $2Mxrr=-T-fxrr$  [  $=-T-fxfr/2$   $Mxrl=T-fxrl/2$  ]/2 and damping force, and Myrr for example, by the degree type.

[0303]  $Myfl=-Lf \cdot (\text{micro-}Afl - \text{root}(\mu_2 \text{ and } Afl^2-fxfl^2))$

$Myfr=-Lf \cdot (\text{micro-}Afr - \text{root}(\mu_2 \text{ and } Afr^2-fxfr^2))$

$Myrl=Lr \cdot (\text{micro-}Arl - \text{root}(\mu_2 \text{ and } Arl^2-fxrl^2))$

$Myrr=Lr \cdot (\text{micro-}Arr - \text{root}(\mu_2 \text{ and } Arr^2-fxrr^2))$

However,  $Afl:fzfl+H-fxfl/(2andL)$

$Afr:fzfr+H-fxfr/(2andL)$

$Arl:fzrl+H-fxrl/(2andL)$

Arr:fzrr+H-fxrr/(2andL)

Moreover, order load migration takes place with damping force, and the yaw moment variation Mzfl, Mzfr, and Mzrl by the radius of a friction circle changing and Mzrr are calculated for example, by the degree type. [0304]

Mzfl=Lf-mu-H-fxfl/(2andL)

Mzfr=Lf-mu-H-fxfr/(2andL)

Mzrl=Lr-mu-H-fxrl/(2andL)

Mzrr=Lr-mu-H-fxrr/(2andL)

And the yaw moment variation Mfl, Mfr, Mrl, and Mrr as total value is expressed with a degree type.

[0305] In Mfl=Mxfl+Myfl+MzflMfr=Mxfr+Myfr+MzfrMrl=Mxrl+Myrl+MzrlMrr=Mxrr+Myrr+Mzrr, then S54 of drawing 25, the policy objective individual order force fx calculates every wheel 10 based on the calculated yaw moment variation and size relation with said target yaw moment Md by amending the provisional target individual order force fx0 if needed.

[0306] In this operation gestalt, when the absolute value of the target yaw moment Md does not exceed the set point (for example, 300Nm) The target yaw moment Md fundamentally Angle-of-rotation control of each wheel 10 When it realizes by (for example, vehicle rotation rudder parameters, such as a toe angle and a camber angle, are controlled) and is over the set point A part not to exceed is angle-of-rotation-controlled [ of each wheel 10 ], and a part to have exceeded is realized by each wheel 10 order force control (the damping force by the brake 56, the damping force by engine brake, and the driving force by the power train are controlled), respectively.

[0307] Therefore, in S54, amendment of the provisional target individual order force fx0 will be correctly performed based on the size relation between said calculated yaw moment variation and the part which should be realized by each wheel 10 order force control among said target yaw moments Md. However, the part of explanation which should be generated by the laterality of each wheel 10 order force among the target yaw moments Md is only called target yaw moment Md for convenience within limits considered not to produce a doubt. However, the target yaw moment Md is defined as the sense which promotes revolution of a car serving as forward.

[0308] In S54, when the calculated yaw moment variation is specifically in agreement with the target yaw moment Md, the provisional target individual order force fx0 of each wheel 10 is made into the policy objective individual order force fx as it is.

[0309] On the other hand, when the calculated yaw moment variation is insufficient at the target yaw moment Md, while carrying out the increment in deltafx of the damping force about the revolution inner ring of spiral wound gasket of the right-and-left rear wheels, the target yaw moment Md tends to be attained by carrying out deltafx reduction of the damping force about the revolution outer ring of spiral wound gasket of the right-and-left front wheels. And deltafx for it calculates.

[0310] In this case, the policy objective individual order force fx calculates by making the provisional target individual order force fx0 (driving force being expressed with forward and damping force being expressed with negative) carry out deltafx reduction about the revolution inner ring of spiral wound gasket of the right-and-left rear wheels, and making it carry out the increment in deltafx about the revolution outer ring of spiral wound gasket of the right-and-left front wheels. About wheels other than these, the provisional target individual order force fx0 is made into the policy objective individual order force fx as it is.

[0311] Moreover, when the calculated yaw moment variation exceeds the target yaw moment Md, while carrying out the increment in deltafx of the damping force about the revolution outer ring of spiral wound gasket of the right-and-left front wheels, the target yaw moment Md tends to be attained by carrying out deltafx reduction of the damping force about the revolution inner ring of spiral wound gasket of the right-and-left rear wheels. And deltafx for it calculates.

[0312] In this case, the policy objective individual order force fx calculates by making the provisional target individual order force fx0 carry out deltafx reduction about the revolution outer ring of spiral wound gasket of the right-and-left front wheels, and making it carry out the increment in deltafx about the revolution inner ring of spiral wound gasket of the right-and-left rear wheels. About wheels other than these, the provisional target individual order force fx0 is made into the policy objective individual order force fx as it is.

[0313] It becomes possible to attain the target yaw moment Md, maintaining the total value of the target individual order force, i.e., the whole target order force, according to this operation gestalt so that clearly from the above explanation.

[0314] In the target steering controlled-variable operation part 372 shown in drawing 24, target front-wheel slip-angle alphafd and target rear wheel slip-angle alphard calculate as a target steering controlled variable

(said amount of lateral-force related distributions).

[0315] Target front-wheel slip-angle alphafd and target rear wheel slip-angle alphard also means the relative value which means the variation from the current slip angle of a front wheel or a rear wheel here.

[0316] In this target steering controlled-variable operation part 372, target front-wheel slip-angle alphafd and target rear wheel slip-angle alphard calculate based on the difference of the real yaw rate yr and the target yaw rate yrd so that the yaw moment generated by that steering control on a car may not exceed said set point of the target yaw moment Md.

[0317] In this operation gestalt, target front-wheel slip-angle alphafd calculates using a degree type.

[0318] alphafd=kf- (yr-yrd)

However, "kf" is a forward constant.

[0319] Moreover, in this operation gestalt, target rear wheel slip-angle alphard calculates using a degree type.

[0320] alphard=kr- (yr-yrd)

However, "kr" is a negative constant.

[0321] In the target suspension controlled-variable operation part 374 shown in drawing 24, a target spring constant, a target absorber damping coefficient, and target roll rigidity calculate about each of each front wheel and each rear wheel as a target suspension controlled variable (said amount of vertical force related distributions).

[0322] The target spring constant of each front wheel is calculated for example, using a degree type.

[0323] Kfb0+Kfb1, root(gxd2+gyd2)-Kfb2 and DF however Kfb0 and Kfb1, the Kfb2:constant DF: Drift parameter (parameter which has a negative value in being a forward value and spin when the class of the abnormality is drift out while an absolute value increases so that strength with unusual yaw movement of a car is strong)

This drift State parameter DF can be calculated as a product of the deflection from the target yaw rate yrd of the real yaw rate yr, and the sign of the real yaw rate yr.

[0324] The target absorber damping coefficient of each front wheel is calculated for example, using a degree type.

[0325] Kfc0+Kfc1, root(gxd2+gyd2)-Kfc2 and DF, however Kfc0, Kfc1, Kfc2: Calculate the target roll stiffness criterion froll of constant each front wheel for example, using a degree type.

[0326] Kfr0+Kfr1, root(gxd2+gyd2)-Kfr2 and DF, however Kfr0, Kfr1, Kfr2: As mentioned above, the target roll stiffness criterion froll by which constant operation was carried out is supplied to the target tire order force operation part 370, and is used for calculating the vertical force fz of each wheel 10.

[0327] The target spring constant of each rear wheel is calculated for example, using a degree type.

[0328] Krb0+Krb1, root(gxd2+gyd2)-Krb2 and DF, however Krb0, Krb1, Krb2: Calculate the target absorber damping coefficient of constant each rear wheel for example, using a degree type.

[0329] Krc0+Krc1, root(gxd2+gyd2)-Krc2 and DF, however Krc0, Krc1, Krc2: Calculate the target roll stiffness criterion rroll of constant each rear wheel for example, using a degree type.

[0330] Krr0+Krr1, root(gxd2+gyd2)-Krr2 and DF, however Krr0, Krr1, Krr2: Although the function of the high order distribution section 340 was explained more than the constant, the contents of the module for the high order distribution sections in drawing 3 are notionally expressed with the flow chart to drawing 26.

[0331] In S71, the above-mentioned target tire order force calculates [ in / besides / the module for the distribution sections ] first. These S71 constitutes the target tire order force operation part 370.

[0332] Next, in S72, the above-mentioned target steering controlled variable calculates. These S72 constitutes the target steering controlled-variable operation part 372. Then, in S73, the above-mentioned target suspension controlled variable calculates. These S73 constitutes the target suspension controlled-variable operation part 374.

[0333] Above, one activation of this module for the high order distribution sections is completed.

(2) the low order distribution section 342 -- this low order distribution section 342 is a part which distributes the controlled variable corresponding to it to an engine 14, transmission 24, and a brake 56, as the policy objective individual order force fx of each wheel 10 determined in the high order distribution section 340 is realized.

[0334] This low order distribution section 342 is equipped with the target transmission output-torque operation part 380, the target braking torque operation part 382, and the road surface mu presumption section 384 as shown in drawing 24.

[0335] a. Let the rolling ring and the right-and-left rear wheel be driving wheels for the right-and-left front wheel in the 380 target transmission output-torque operation part operation gestalt. Therefore, when the last

individual order force (only henceforth the "target order force")  $fx$  is car acceleration force, the target transmission output torque which it should be ordered to the low-ranking power-train control section 400 only about a right-and-left rear wheel is determined.

[0336] And a target transmission output torque is determined in consideration of that the output torque of transmission 24 is equally distributed to a right-and-left rear wheel by the differential 28, and a limitation being located in the controllable range in the output torque of transmission 24.

[0337] Specifically, the provisional target transmission output torque  $ttd0$  which does not take into consideration the controllable range of an output torque calculates by the degree type first.

[0338]

$ttd0 = \max(fxrl, fxrr) \text{ and } 2.r/\gamma$ , however  $\max(\text{it } fxrl(s))$  the inside of the target order force  $fxrl$  of a  $fxrr$ :left rear ring, and the target order force  $fxrr$  of a right rear ring -- tire radius  $\gamma$ : of direction  $r$ :each large wheel 10 -- the gear ratio of a differential 28 -- next The final target transmission output torque  $ttd$  in consideration of the controllable range of an output torque In exceeding the upper limit  $LMTup$  of the controllable range and being less than the upper limit and a lower limit  $LMTlo$ , when it is within the lower limit and controllable limits, being in agreement with the provisional target transmission output torque  $ttd0$  is determined.

[0339] In addition, if it adds, the upper limit  $LMTup$  and lower limit  $LMTlo$  of the controllable range of an output torque will be supplied from the below-mentioned power-train control section 400 (refer to drawing 24 ).

[0340] b. the target braking torque operation part 382 -- in this target braking torque operation part 382, about a right-and-left front wheel, when the target order force  $fxfl$  and  $fxfr$  is car moderation force, it is ordered as it is to the low-ranking brake control section 402 (refer to drawing 24 ) in that target order force.

[0341] Specifically, each target braking torque  $btfl$  and  $btfr$  of a forward left ring and a forward right ring calculates by the degree type.

[0342]  $tbfl = fxfl - rtbfr = fxfr - r$ , however  $r$ : About the tire radius, on the other hand right-and-left rear wheel of each wheel 10, the target braking torque which it should be ordered to the low-ranking brake control section 402 is determined in consideration of the output torque  $tt$  of transmission 24 coexisting.

[0343] Specifically, each target braking torque  $btrl$  and  $btrr$  of a left rear ring and a right rear ring calculates by the degree type.

[0344]

$Tbrl = fxfl - r + tte/\gamma / 2$   $Tbrr = fxrr - r + tte/\gamma / 2$ , however "tte" express the estimate of the output torque of transmission 24.

[0345] In addition, if it adds, the presumed output torque  $tte$  will also be supplied from the power-train control section 400.

[0346] c. the road surface  $\mu$  presumption section 384 -- this road surface  $\mu$  presumption section 384 is a part which presumes a road surface  $\mu$  with high degree of accuracy based on the information supplied from the power-train control section 400 located in low order, and the below-mentioned brake control section 402 (refer to drawing 24 ) from the low order distribution section 382.

[0347] In this road surface  $\mu$  presumption section 384, the existence of a slip of each wheel 10 is first judged serially based on the absolute value of the wheel slip velocity which is the difference of whenever [ vehicle speed  $V$  and wheel speed / of each wheel 10 ]. At the time of this judgment, although wheel slip velocity was under the set point (for example, 3 km/h) every wheel 10 at the time of the last judgment, if it is judged whether it is beyond the set point and it is so, specifically, it will be judged with it being this time at the initiation time of a wheel slip.

[0348] When judged with it being this time at the initiation time of a wheel slip, a road surface  $\mu$  is presumed each [ which was further judged as the slip having begun ] wheel 10 of every by carrying out division process of the presumed wheel force by the lower force putatively. The presumed wheel force is resultant force with the force before and after presumption, and presumed lateral force. It calculates using the formula of the above-mentioned [ the lower force ] putatively with presumed lateral force.

[0349] The force before and after presumption is calculated based on the presumed output torque  $tte$  of transmission 24 supplied to the low order distribution section 342 from the power-train control section 400, each presumed braking torque  $btfl$ ,  $btfr$ , and  $btrl$  of the forward left ring supplied to the low order distribution section 342 from the brake control section 402, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring, and  $btrr$ .

[0350] Specifically, the order [ each presumption ] force  $fxfle$ ,  $fxfre$ , and  $fxrle$  and  $fxrre$  of a forward left ring, a forward right ring, a left rear ring, and a right rear ring are calculated using a degree type.

[0351] The presumed wheel force calculates as a square root of the sum of the square of the force before and after presumption, and the square of presumed lateral force each

[  $fxfle=btifle/rfxfre=btifre/rfxrle=btrle/r+tte/gamma / 2$   $fxrre=btrre/r+tte/gamma / 2$ , and ] wheel 10 of every.

[0352] Since precision is high, the road surface mu presumed as mentioned above can support correction of the operation model (for example, a car model, a wheel-steering system model, a wheel-suspension system model), i.e., operation logic, which a high order element uses by supplying the element 340 located in a high order, for example, the high order distribution section, and using that highly precise road surface mu from this low order distribution section 342.

[0353] As mentioned above, although the function of the low order distribution section 342 was explained, the contents of the module for the low order distribution sections in drawing 3 are notionally expressed with the flow chart to drawing 27.

[0354] In this module for the low order distribution sections, the above-mentioned target transmission output torque calculates in S101 first. These S101 constitutes the target transmission output-torque operation part 380.

[0355] Next, the above-mentioned target braking torque calculates in S102. These S102 constitutes the target braking torque operation part 382.

[0356] Then, in S103, a road surface mu is presumed every wheel 10 as mentioned above. These S103 constitutes the road surface mu presumption section 384.

[0357] Above, one activation of this module for the low order distribution sections is completed.

(3) As shown in drawing 23, control-section 344 control section 344 is constituted so that the following part may be included.

[0358] a. the power-train control section 400 -- this power-train control section 400 is a part which controls the actuator 70 for engines, and the actuator 72 for transmission based on the amount of power-train related distributions supplied from the low order distribution section 342, respectively.

[0359] The function of this power-train control section 400 is expressed with the flow chart to drawing 28 as a power-train control module (refer to drawing 3 ).

[0360] In this power-train control module, a target transmission gear stage is first determined in S131.

[0361] When higher than the set point (for example, 0.6), specifically based on the vehicle speed V and an accelerator actuation stroke, a target gear stage [ in / in a road surface mu / transmission 24 ] is determined according to a general gear change regulation. On the other hand, when a road surface mu is below the set point, a gear stage higher one step than the target gear stage determined according to the general gear change regulation is determined as a target gear stage.

[0362] In these S131, further, in order to realize that determined target gear stage, when a down shift is required, in transmission 28, it is judged whether that down shift is avoidable with a downward revision (for example, less than 10% of fall) in the tolerance of a target transmission output torque. It is for avoiding a frequent down shift and raising the amenity of a car.

[0363] Thus, the authority that it is in tolerance and the command value from the low order distribution section 342 of a high order can be corrected from it is granted to this power-train control section 400.

[0364] Next, a target engine torque calculates in S132. Division process of the above-mentioned target transmission output torque is carried out by the gear ratio of transmission 28, and, specifically, it calculates further by carrying out division process of the value which carried out division process by the presumed torque ratio of a torque converter 22.

[0365] A presumed torque ratio is presumed based on the velocity ratio which is the value which carried out division process of the engine speed of the main shaft of a torque converter 22 at the engine speed of an engine 14. An example of the relation between these velocity ratios and a presumed torque ratio is expressed with the tabular format to drawing 29 .

[0366] Then, in S133, each command value for realizing the target transmission gear stage and target engine torque which were calculated is outputted to the actuator 72 for transmission, and the actuator 70 for engines, respectively.

[0367] Above, one activation of this power-train control module is completed.

[0368] In addition, as mentioned above, if it adds, this power-train control section 400 is designed by the upper limit LMTup and the above-mentioned lower limit LMTlo, and the above-mentioned target braking torque operation part 382 of the controllable range at the target transmission output-torque operation part 380 so that the presumed output torque tte may be supplied also to presumed output-torque tte and the road surface mu presumption section 384, respectively, as shown in drawing 24 .

[0369] b. the brake control section 402 -- by making said computer 90 perform the brake control module

shown in drawing 3 , this brake control section 402 relates the command value for realizing said target braking torque btfl, btfr, and btrl and btrr with each wheel 10, and outputs it to the actuator 80 for brakes. [0370] When the format of a brake 56 is a format which presses friction material with a pressure to the body of revolution rotated with each wheel 10, target brake pressure bpfl of each wheel 10, bpfr, bprr, and bprr can be calculated for example, by the degree type.

[0371] bpfl=btfl-kbfbpfr=btfr-kbfbprr=btrr-kbf, however kbf: The brake conversion factor set as the brake 56 for right-and-left front wheels (known)

the brake conversion factor (known) c. steering control section 404 set as the brake 56 for kbr:right-and-left rear wheels -- this steering control section 404 is a part which controls the actuator 74 for steering reaction force grant equipments, the actuator 76 for front steering systems, and the actuator 78 for rear steering systems based on the amount of steering related distributions supplied from the high order distribution section 340, respectively.

[0372] The function of this steering control section 404 is expressed with the flow chart by drawing 3030 as a steering control module (refer to drawing 3 ).

[0373] In this steering control module, target front-wheel rudder angle deltafd and target rear wheel rudder angle deltard calculate in S151 first based on target front-wheel slip-angle alphafd and target rear wheel slip-angle alphard which were supplied from the high order distribution section 340, respectively.

[0374] In this operation gestalt, these targets front-wheel rudder angle deltafd and target rear wheel rudder angle deltard calculate by the degree type, respectively.

[0375] In delta fd=beta+Lf-yr/V-alpha fddeltard=beta-Lr-yr/V-alpha rd, next S152, a road surface mu is presumed with high degree of accuracy. In this operation gestalt, a road surface mu is presumed by the basis of the car-steering system model which can describe the dynamic behavior of a wheel about a right-and-left front wheel based on the self-aligning torque of each wheel 10.

[0376] Specifically, a road surface mu is presumed based on these cornering forces and the relation between self-aligning torques by using the phenomenon in which the increment inclination of the self-aligning torque to the cornering force of each wheel 10 differs according to a road surface mu as indicated by JP,6-221968,A.

[0377] It is possible to presume a cornering force here based on lateral acceleration gy and the yaw angular acceleration dyr, for example as indicated in said official report. Moreover, for example, a self-aligning torque can be presumed by detecting the axial tension which acts between right-and-left front wheels in the front steering system 50 as indicated by said official report.

[0378] That is, these S152 constitutes the road surface mu presumption section 420 shown in drawing 24 .

[0379] Then, in S153, the target steering torque which a steering wheel 44 should be made to generate with steering reaction force grant equipment 48 is determined. This target steering torque is determined according to the regulation defined beforehand based on car quantity of states, such as the steering angle theta, front-wheel rudder angle deltaf, a change rate of that, and a road surface mu.

[0380] Then, in S154, each command value for realizing target front-wheel rudder angle deltafd, target rear wheel rudder angle deltard, and target steering torque which were determined, respectively is outputted to the front steering system 50, the rear steering system 52, and steering reaction force grant equipment 48, respectively.

[0381] Above, one activation of this steering control module is completed.

[0382] d. By making said computer 90 perform the suspension control module shown in drawing 3 , the suspension control-section 406 suspension control section 406 relates with each wheel 10 the command value for realizing the various controlled variables supplied from the high order distribution section 340, and outputs it to the actuator 82 for suspensions.

[0383] This suspension control section 406 outputs the command value for controlling a suspension 62 autonomously to the actuator 82 for suspensions in the condition that there is no command from the high order distribution section 340.

[0384] Here, the actuator 70 for engines, the actuator 72 for transmission, and the actuator 80 for brakes are further explained two or more actuators 70 thru/or among 82.

[0385] The actuator 70 for engines has the control section and the mechanical component (for example, motor).

[0386] In the control section, the control-objectives value for realizing the target engine torque supplied from the power-train control section 400, i.e., the throttle opening of an engine 14, fuel oil consumption, ignition timing, BARUGU timing, the amount of valve lifts, etc. are determined according to the regulation defined beforehand.

[0387] In the control section, the signal corresponding to the control-objectives value determined by making it still more nearly such is outputted to the above-mentioned mechanical component, and a target engine torque is realized by the drive of the mechanical component according to the signal.

[0388] The actuator 72 for transmission also has the control section and the mechanical component (for example, solenoid).

[0389] In the control section, the signal for realizing the target gear stage supplied from the power-train control section 400 is outputted to the above-mentioned mechanical component, and a target gear stage is realized by the drive of the mechanical component according to the signal.

[0390] The actuator 80 for brakes also has the control section and the mechanical component (for example, a solenoid, a motor).

[0391] In the control section, the signal for realizing target brake pressure supplied from the brake control section 402 is outputted to the above-mentioned mechanical component, and target brake pressure is realized by the drive of the mechanical component according to the signal.

[0392] In addition, although target order acceleration  $gx_6$  supplied to the low order command section 212 from the high order command section 210 is made into the value which does not have width of face in this operation gestalt if it adds, it is possible to consider as the value which has width of face.

[0393] In this case, two or more discrete values by within the limits of the target order acceleration  $gx_6$  which has width of face can be set up, and the low order command section 212 can choose one from two or more target order acceleration  $gx_d$  which calculated the final target order acceleration  $gx_d$  according to the above-mentioned technique, made such and was calculated about each of these discrete values.

[0394] It is possible to set up the conditions that the energy expenditure according to an actuator in setting up the conditions of being within the limits of the width of face of the target order acceleration  $gx_6$  of a basis among the target order acceleration  $gx_d$  of these plurality \*\*\*\* is min, as conditions for the selection, for example.

[0395] Furthermore, when giving width of face to the target order acceleration  $gx_6$  in this way, it is possible to change the width of face according to liking of an operator etc.

[0396] Although the target order acceleration  $gx_6$  is a forward value when giving width of face to the target order acceleration  $gx_6$  in this way further again, and width of face is given when it is required to accelerate a car, it is a negative value, and when it is required to decelerate a car, it is able to make it not to give width of face.

[0397] If it does in this way, when it is required to decelerate a car, it becomes easy for the inclination for magnitude of the target order acceleration  $gx_6$  to be faithfully realized by the low order command section 212 and the activation section 214 as much as possible to become strong, consequently to raise the safety of a car.

[0398] It uses for the operation according the model of the minimum in which the module performed by computer 90 in each class while the software configuration of said movement control unit will be systematically hierarchized in this operation gestalt, if it furthermore adds reflected [ of that ] what kind of effect a low-ranking module would have what kind of property immediately, and these modules would moreover do mutually to a computer 90. Furthermore, each class supplies immediately the command value acquired by such operation to a low-ranking layer.

[0399] And in this operation gestalt, not only the signal transduction (for example, a continuous line with an arrow head shows drawing 23 ) of the forward direction from a layer to the low-ranking layer of a high order but signal transduction (for example, a broken line with an arrow head shows this drawing) of the hard flow from a layer to the low-ranking layer of a high order is performed.

[0400] Such bidirectional signal transduction is performed for making the layer of a high order take into consideration how much the command value which the layer of a high order outputted to the low-ranking layer is actually realized by the layer of the low order, and this giving the opportunity which the layer of a high order is made to learn, and raising the decision precision of the command value by the layer of the high order.

[0401] For example, although the high order distribution section 340 or the low order distribution section 342 determines a command value using the estimate of a road surface  $\mu$  and supplies a control section 344, the actual value of a road surface  $\mu$  may be lower than the estimate.

[0402] In this case, a control section 344 cannot realize the command value from the high order distribution section 340 or the low order distribution section 342 with a sufficient precision owing to lack of the presumed precision of such a road surface  $\mu$ .

[0403] In this case, a control section 344 returns the information showing whenever [ actual achievement /

of that command value ] to the high order distribution section 340 or the low order distribution section 342. Then, the high order distribution section 340 or the low order distribution section 342 corrects the operation model (for example, a wheel model, a tire model) used in order to determine the command value based on whenever [ actual achievement / of the command value outputted previously ].

[0404] If it furthermore adds, in this operation gestalt, the input side and output side of said movement control unit are not mutually connected according to any paths other than an electric path. Therefore, if the electric path should break down, the basic function of said movement control unit may be unable to maintain.

[0405] Then, the backup system for such an emergency is prepared in this operation gestalt. This is a system which makes actuation information acquisition equipment 120, an actuator 70, or 82 link directly with emergency, and operates an actuator 70 thru/or 82 at it according to actuation information.

[0406] The backup system is indicated by drawing 31 . In this backup system, while the signal from the accelerator actuation stroke sensor 130 is supplied to the actuator 70 for engines, and the actuator 72 for transmission in emergency, respectively, the signal from an engine speed sensor 176 is supplied to the actuator 70 for engines, and the actuator 72 for transmission, respectively.

[0407] Furthermore, as shown in this drawing, while the signal from the brakes operation force sensor 134 is supplied to the actuator 80 for brakes in emergency, the signal from the steering angle sensor 140 is supplied to the actuator 76 for front steering systems.

[0408] According to the detection value by the accelerator actuation stroke sensor 130, and the detection value by the engine speed sensor 176, according to the relation defined beforehand, a target engine torque is determined, and in this backup system, in emergency, the actuator 70 for engines is controlled so that that decision value is realized.

[0409] Furthermore, according to the detection value by the accelerator actuation stroke sensor 130, and the detection value by the engine speed sensor 176, according to the relation defined beforehand, a target gear stage is determined, and in emergency, the actuator 72 for transmission is controlled so that the decision value is realized.

[0410] Furthermore, according to the detection value by the brakes operation force sensor 134, according to the relation defined beforehand, target damping force (when a brake 56 is a pressure type, when electromotive, it is [ target brake pressure and ] a target motor power signal) is determined, and in emergency, the actuators 80 for brakes (for example, a solenoid valve, an electric motor, etc.) are controlled so that the decision value is realized.

[0411] Furthermore, according to the detection value by the steering angle sensor 140, according to the relation defined beforehand, a target front-wheel rudder angle is determined, and in emergency, the actuator 76 for front steering systems is controlled so that the decision value is realized. A target front-wheel rudder angle can be determined by carrying out division process of the detection value by the steering angle sensor 140 by immobilization or the adjustable steering gear ratio.

[0412] As mentioned above, although one of the gestalten of concrete operation of this invention was explained to the detail based on the drawing, this is instantiation and it is possible to carry out this invention with other gestalten which performed various deformation and amelioration to the column of the above [The means for solving a technical problem and an effect of the invention] based on the knowledge of these contractors including the mode of a publication.

---

[Translation done.]

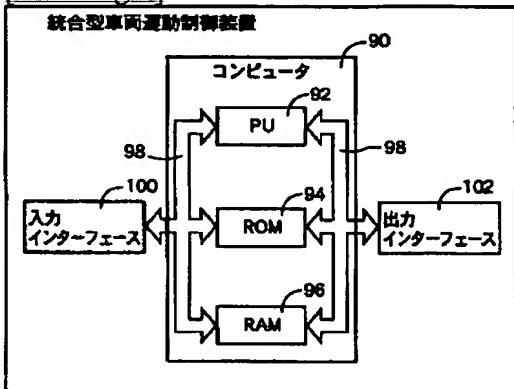
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

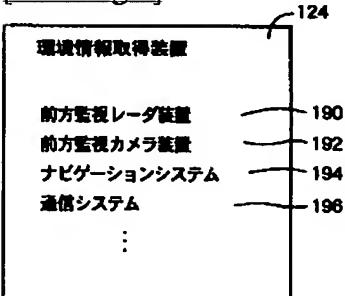
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

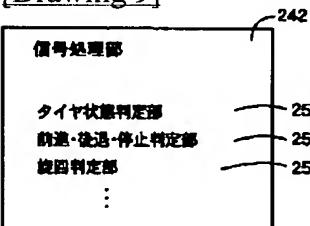
[Drawing 2]



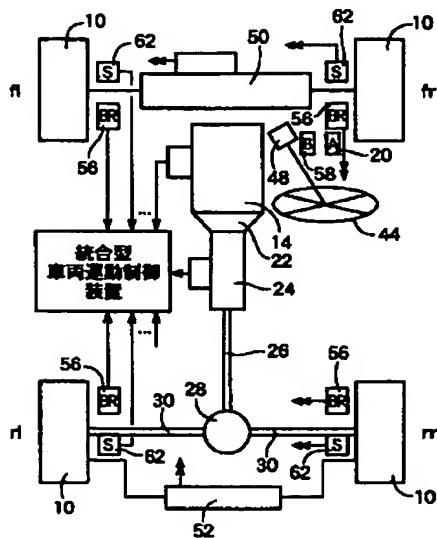
[Drawing 7]



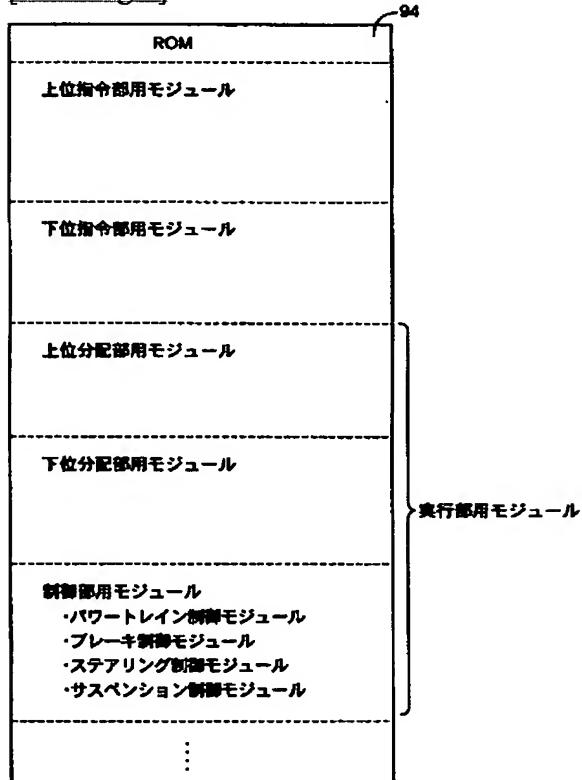
[Drawing 9]



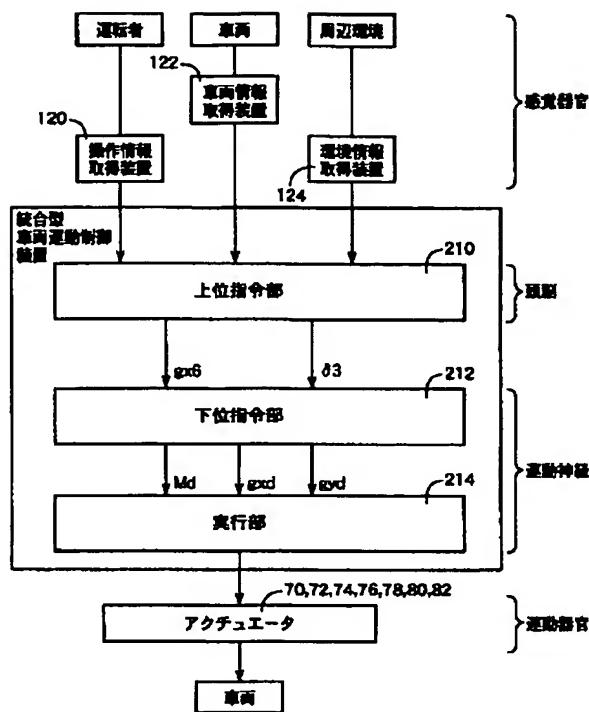
[Drawing 1]



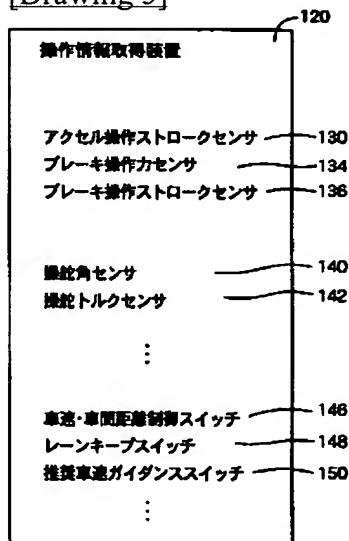
[Drawing 3]



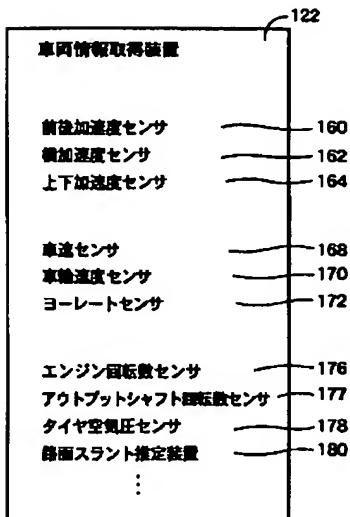
[Drawing 4]



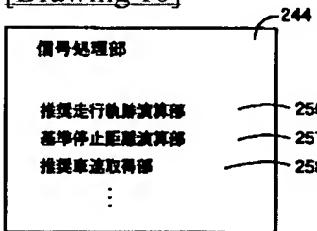
[Drawing 5]



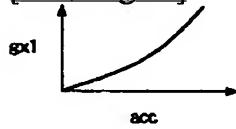
[Drawing 6]



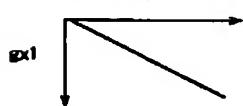
[Drawing 10]



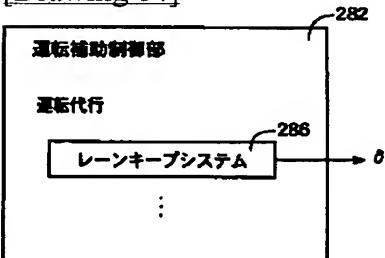
[Drawing 11]



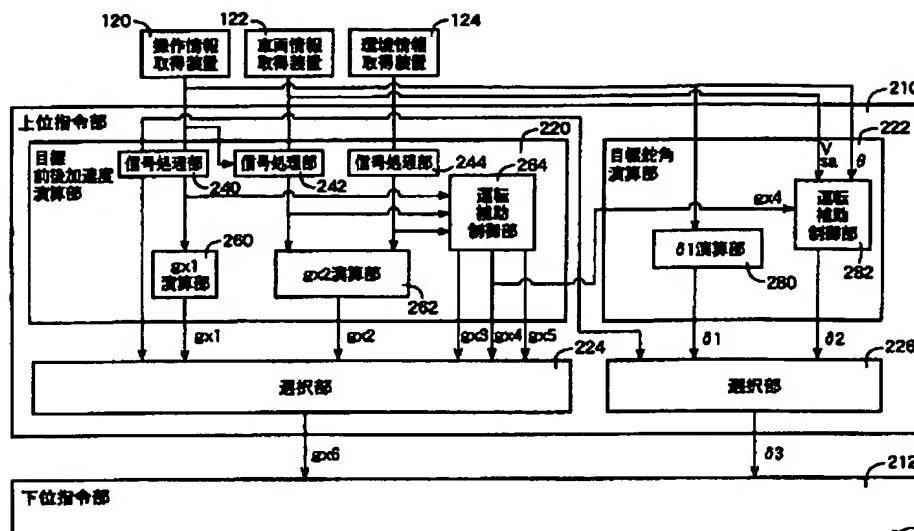
[Drawing 12]



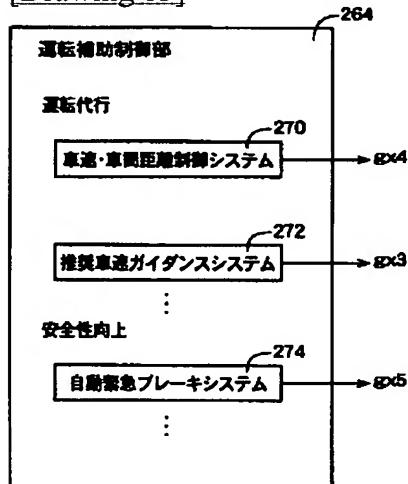
[Drawing 14]



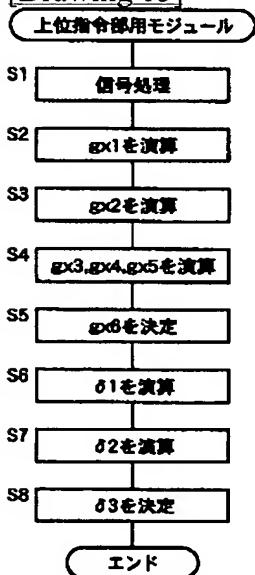
[Drawing 8]



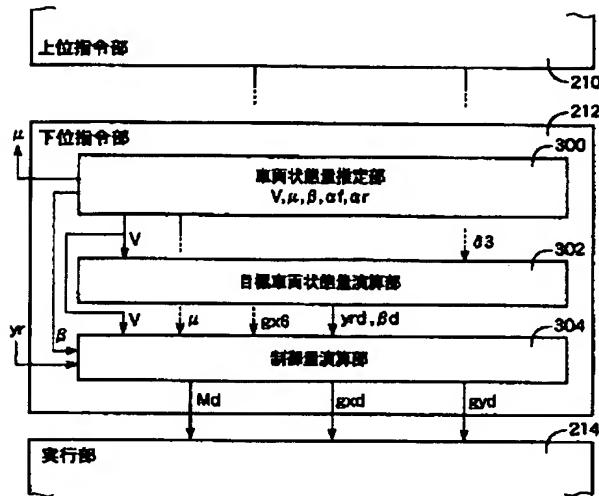
[Drawing 13]



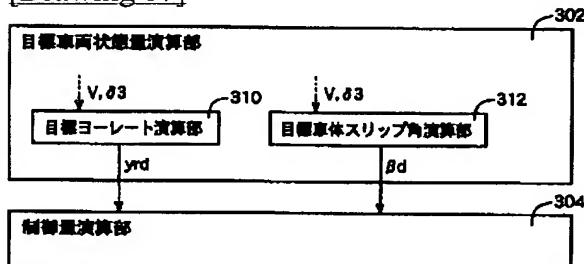
[Drawing 15]



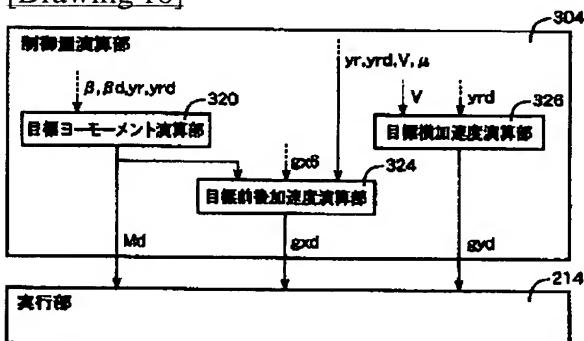
[Drawing 16]



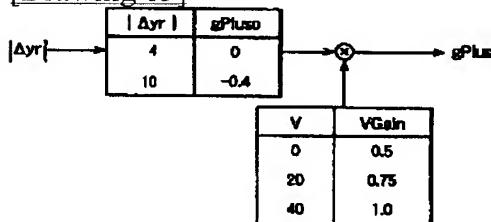
[Drawing 17]



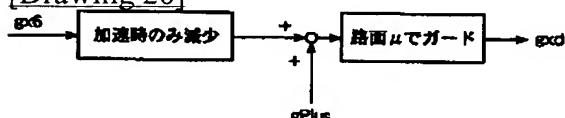
[Drawing 18]



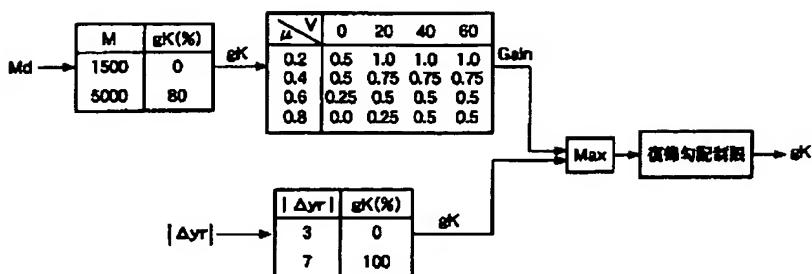
[Drawing 19]



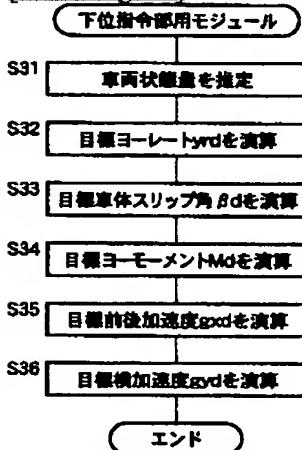
[Drawing 20]



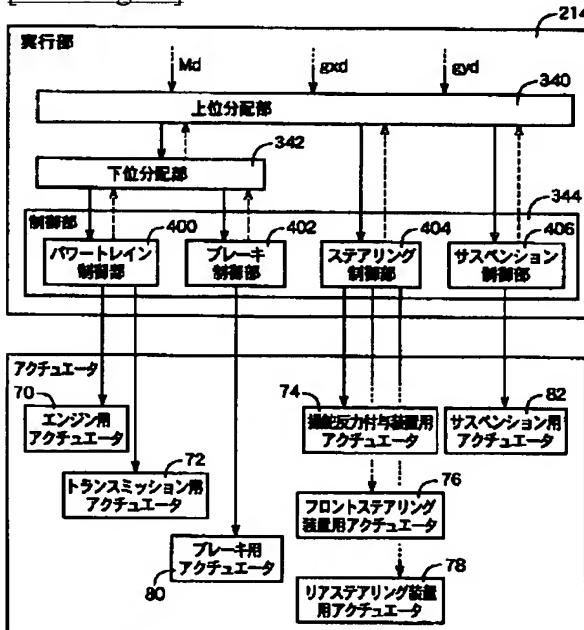
[Drawing 21]



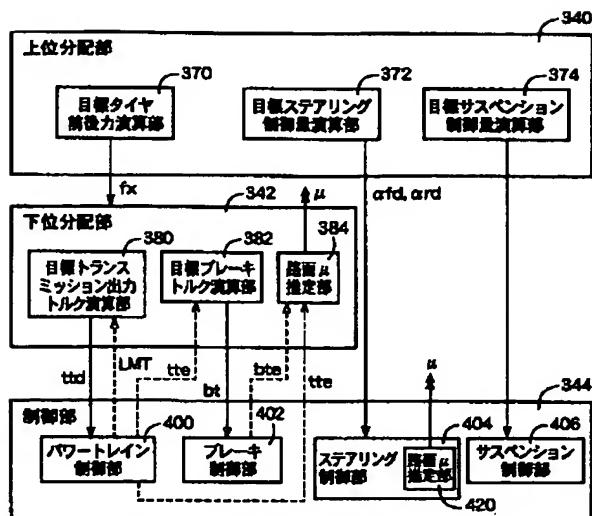
[Drawing 22]



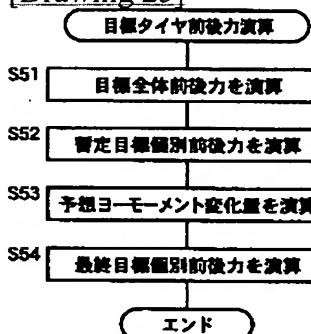
[Drawing 23]



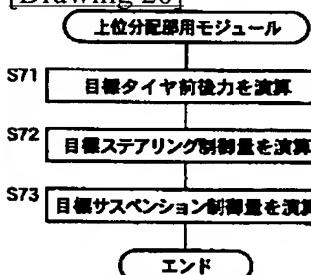
[Drawing 24]



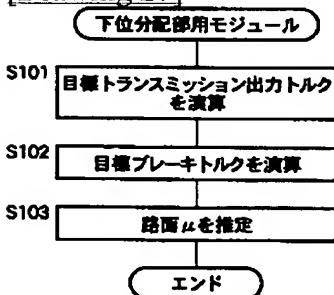
[Drawing 25]



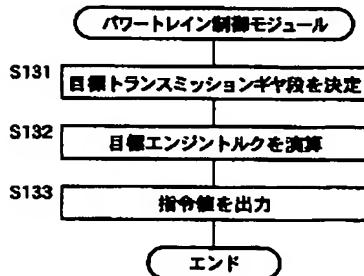
[Drawing 26]



[Drawing 27]



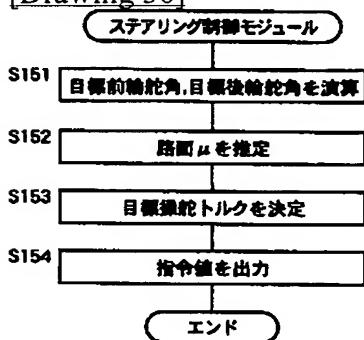
[Drawing 28]



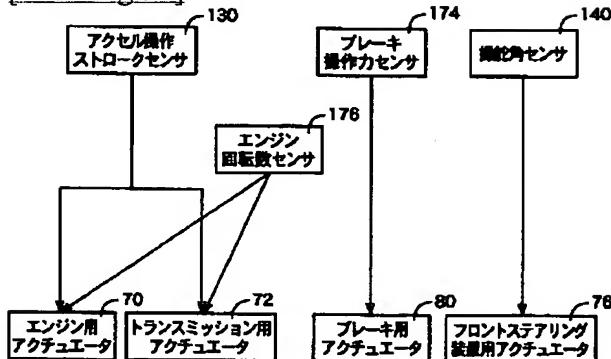
[Drawing 29]

速度比	推定トルク比
0.000	1.846
0.100	1.787
0.200	1.690
0.300	1.608
⋮	⋮
0.941	0.997
0.950	0.997

[Drawing 30]



[Drawing 31]




---

[Translation done.]

特開2003-191774

(P2003-191774A)

(43)公開日 平成15年7月9日(2003.7.9)

(51) Int. C1.7	識別記号	F I	マークコード(参考)
B 6 0 K 41/00	Z Y Y	B 6 0 K 41/00	Z Y Y 3D001
	3 0 1		3 0 1 A 3D032
			3 0 1 D 3D041
			3 0 1 F 3D046
			3 0 1 G

審査請求 未請求 請求項の数17 O L

(全36頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-395871(P2001-395871)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22)出願日 平成13年12月27日(2001.12.27)

(72)発明者 鯉渕 健

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 宮後 昇一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

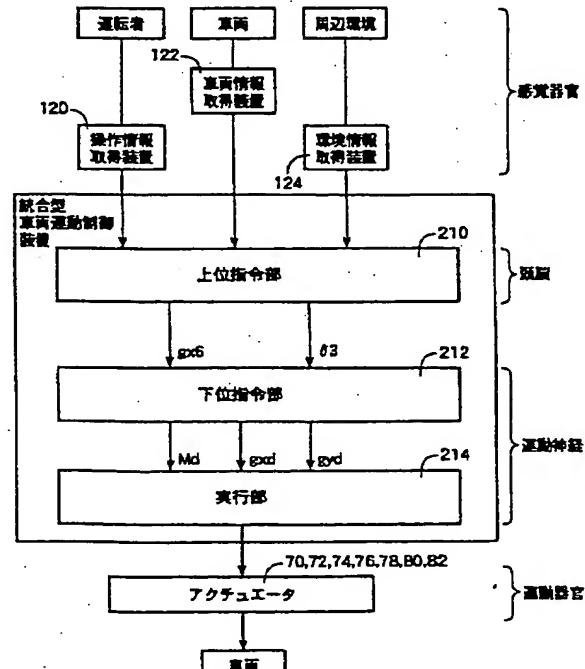
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】統合型車両運動制御装置

## (57)【要約】

【課題】車両において複数種類の運動制御を実行するために複数のアクチュエータを統合的に制御する装置のソフトウェア構成を適正に階層化し、それにより、その階層構造を実用性の観点から最適化する。

【解決手段】上記のソフトウェア構成を、(a)運転関連情報に基づいて目標車両状態量を決定する指令部210, 212と、(b)その決定された目標車両状態量を指令部から指令として受け取り、その受け取った指令を複数のアクチュエータ70ないし82のうちの少なくとも1つを介して実行する実行部214とを含むように階層化し、かつ、その指令部を、運転関連情報に基づき、車両の動的挙動を考慮しないで第1の目標車両状態量を決定する上位指令部210と、それから受け取った第1の目標車両状態量に基づき、車両の動的挙動を考慮して第2の目標車両状態量を決定する下位指令部212とを含むものとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 運転者による車両の運転に関する運転関連情報に基づいて複数のアクチュエータをコンピュータによって統合的に制御することにより、前記車両において複数種類の車両運動制御を実行する統合型車両運動制御装置であって、

そのハードウェア構成とソフトウェア構成とのうちの少なくともソフトウェア構成が、前記運転者から前記複数のアクチュエータに向かう向きに階層化された複数の部分を含み、かつ、

それら複数の部分は、(a) 上位において、前記運転関連情報に基づいて目標車両状態量を決定する指令部と、(b) 下位において、前記決定された目標車両状態量を前記指令部から指令として受け取り、その受け取った指令を前記複数のアクチュエータのうちの少なくとも1つを介して実行する実行部とを含み、かつ、

前記指令部は、各々が前記複数のアクチュエータを統合的に制御するための指令を発する上位指令部と下位指令部とを含み、かつ、その上位指令部は、前記運転関連情報に基づき、前記車両の動的挙動を考慮しないで第1の目標車両状態量を決定し、その決定された第1の目標車両状態量を前記下位指令部に供給し、一方、その下位指令部は、前記上位指令部から受け取った前記第1の目標車両状態量に基づき、前記車両の動的挙動を考慮して第2の目標車両状態量を決定し、その決定された第2の目標車両状態量を前記実行部に供給し、かつ、

前記上位指令部、下位指令部および実行部は、それぞれ、ソフトウェア構成上互いに独立した複数のモジュールを前記コンピュータに実行させることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現する統合型車両運動制御装置。

【請求項2】 前記運転関連情報が、(a) 前記運転者による運転操作に関する運転情報と、(b) 前記車両の状態量に関する車両情報と、前記車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすものに関する環境情報とのうちの少なくとも一方とを含む請求項1に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項3】 前記車両が、(a) 前記運転者による運転操作に関する運転情報を取得する運転情報取得装置と、(b) 前記車両の状態量に関する車両情報を取得する車両情報取得装置と、前記車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすものに関する環境情報を取得する環境情報取得装置とのうちの少なくとも一方とを含み、

前記上位指令部が、(c) 前記取得された運転情報と、(d) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報とのうちの少なくとも一方とに基づいて前記第1の目標車両状態量を決定する請求項1または2に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項4】 前記上位指令部が、(a) 前記取得され

た運転情報と、(b) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報とのうちの少なくとも一方に基づき、やがて決定されるべき前記第1の目標車両状態量に関する複数の候補値を決定し、その決定された複数の候補値に基づき、予め定められた規則に従って、前記第1の目標車両状態量を決定する請求項3に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項5】 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量であり、

10 前記複数の候補値が、(a) 前記取得された運転情報に対応する目標前後加速度と、(b) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報との少なくとも一方に対応する目標前後加速度とを含む請求項4に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項6】 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の舵角に関する目標車両状態量であり、

前記複数の候補値が、(a) 前記取得された運転情報に対応する目標舵角と、(b) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報とのうちの少なくとも一方に対応する目標舵角とを含む請求項4に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項7】 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、前記車両の舵角に関する目標車両状態量とを含む請求項1ないし6のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項8】 前記上位指令部が、前記車両の挙動の安定化より、その車両が走行する走行軌跡上のその車両の位置と速度との関係である車両位置-速度関係の適正化を優先させた目標車両状態量を前記第1の目標車両状態量として決定し、

前記下位指令部が、その決定された第1の目標車両状態量に基づき、前記車両位置-速度関係の適正化より、前記車両の挙動の安定化を優先させた目標車両状態量を前記第2の目標車両状態量として決定する請求項1ないし7のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項9】 前記上位指令部が、前記第1の目標車両状態量を、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定し、

前記下位指令部が、前記第2の目標車両状態量を、前記許容範囲内の任意の目標車両状態量として決定する請求項1ないし8のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項10】 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、前記車両の舵角に関する目標車両状態量とを含み、かつ、前記上位指令部が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量は、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定するが、前記車両の舵角に関する目標車両状態量は、許容範囲を有しない目標車両状態量として決定する請求項9に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項11】 前記上位指令部が、前記運転者の意思と、前記車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすものとの少なくとも一方に基づき、前記許容範囲の幅を変化させる請求項9または10に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項12】 前記上位指令部が、それに入力された情報に基づき、かつ、前記車両の動的挙動とは無関係にその車両の運動を簡易的に記述する簡易車両モデルに従い、前記第1の目標車両状態量を決定し、

前記下位指令部が、それに入力された情報に基づき、かつ、前記車両の動的挙動が反映されるようにその車両の運動を、前記簡易車両モデルより正確に記述する精密車両モデルに従い、前記第2の目標車両状態量を決定する請求項1ないし11のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項13】 前記実行部が、それに入力された情報に基づき、かつ、前記車両の車輪の運動を、その車輪に作用する前後力と横力と上下力とのうちの少なくとも前後力と横力とに関して記述する車輪モデルに従い、前記第2の目標車両状態量を実現するために前記複数のアクチュエータを制御すべき制御量を決定する請求項12に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項14】 前記上位指令部と下位指令部と実行部とのうちの少なくとも1つの各々が、それより上位の部分から入力された情報に基づき、かつ、前記車両の運動とその車両の車輪の運動とのうちの少なくとも一方を記述するモデルに従い、それより下位の部分に出力すべき情報を決定するとともに、そのモデルを、下位の部分に出力した情報の誤差に基づいて修正する請求項1ないし13のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項15】 前記実行部が、前記下位指令部から前記複数のアクチュエータに向かう向きに階層化された複数の部分を含み、かつ、

それら複数の部分が、上位において、前記下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するために前記複数のアクチュエータを制御すべき制御量をそれら複数のアクチュエータに関して分配する分配部と、下位において、その分配部から供給された制御量が実現されるように前記複数のアクチュエータを制御する制御部とを含み、かつ、

前記分配部は、(a) 上位において、前記複数のアクチュエータの全体に関して設けられ、前記下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するためにそれら複数のアクチュエータを制御すべき制御量をそれら複数のアクチュエータの全体に関して統合的に分配する上位分配部と、(b) 下位において、前記複数のアクチュエータのうちの一部に関して設けられ、前記上位分配部から供給された制御量を前記一部のアクチュエータに分配する下位分配部とを含み、かつ、

前記制御部は、前記一部のアクチュエータに関しては、

前記下位分配部より下位において、各アクチュエータごとに設けられるが、残りのアクチュエータに関しては、前記上位分配部より下位において、各アクチュエータごとに設けられた複数の個別制御部を含み、かつ、前記上位分配部、下位分配部および制御部は、それぞれ、ソフトウェア構成上互いに独立した複数のモジュールを前記コンピュータに実行させることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現する請求項1ないし4のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項16】 前記複数のアクチュエータが、各アクチュエータにより前記車両の各構成要素に作用させられる物理量の種類に応じて複数のグループに分類されており、前記下位分配部が、それら複数のグループのうち、それに属するアクチュエータの数が複数であるグループに関して設けられている請求項15に記載の統合型車両運動制御装置。

【請求項17】 前記複数のアクチュエータが、前記車両の車輪の前後力と横力と上下力とのうち少なくとも前後力と横力とを制御する複数の車輪関連アクチュエータを含み、

前記上位分配部が、前記制御量を前記複数の車輪関連アクチュエータに、前記前後力に関する前後力成分と、前記横力に関する横力成分と、前記上下力に関する上下力成分とのうちの少なくとも前後力成分と横力成分とを含むように分配する請求項15または16に記載の統合型車両運動制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車両において複数種類の車両運動制御を実行するために複数のアクチュエータを統合的に制御する技術に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 最近、車両の運動を制御する運動制御装置を同じ車両に多種類搭載する傾向が増加している。しかし、種類が異なる運動制御装置は、それぞれによって実現される効果が互いに独立して車両に現れるとは限らず、相互に干渉する可能性がある。そのため、複数種類の運動制御装置を搭載するように車両を開発する場合には、それら運動制御装置間の連携・協調を十分に図ることが重要である。

【0003】 例えば、ある車両の開発過程において、複数種類の運動制御装置を同じ車両に搭載することが必要である場合、それら運動制御装置を互いに独立して開発した後に、それら運動制御装置間の連携・協調を補充的にまたは追加的に実現することは可能である。

【0004】 しかしながら、このような形で複数種類の運動制御装置を開発する場合には、それら運動制御装置間の連携・強調を図るために多くの手間と長い期間とが必要である。

【0005】 車両に複数種類の運動制御装置を搭載する

形式として、それら運動制御装置が同じアクチュエータを共有する形式がある。この形式においては、それら運動制御装置が同時期に同じアクチュエータを作動させることが必要となったとき、このような競合をどのようにして解決するかという問題に直面する。

【0006】そして、前述のように、それら運動制御装置を互いに独立して開発した後にそれら運動制御装置間の連携・協調を補充的にまたは追加的に実現しようとする場合には、上述の問題を理想的に解決するのは困難である。現実には、それら運動制御装置のうちのいずれかを他より優先させるべく選択し、その選択された運動制御装置のみにそのアクチュエータを占有させることにより解決せざるを得ない場合がある。

【0007】これに対し、特開平5-85228号公報には、車両の運動を統合的に制御する技術の一従来例であって、車両全体の開発期間の短縮、ならびに車両の信頼性、使い勝手および修理し易さの向上を目的としてなされた技術が記載されている。

【0008】この従来例によれば、運転者と車両とから成るシステム全体が、運転者とアクチュエータとの間ににおいて、互いに階層化された複数の要素により構成されるとともに、運転者の意思が車両の運転特性に変換される際、上位の要素が下位の要素に対して要求する特性が、上位の要素から下位の要素に伝達される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来例によれば、上記システムが、そのハードウェア構成上の帰属関係に従って分類して階層化されるが、複数種類の運動制御を実行するソフトウェア構成が適正に階層化されるわけではない。以下、具体的に説明する。

【0010】前記特開平5-85228号公報の記載から解釈するに、制御機能、特に調整要素12、18および24の制御機能がマスター・コントローラ100のプログラム構造として実現される。調整要素12は、運転者の意思を目標値に変換する要素であり、調整要素18は、調整要素12から入力された目標値を車輪トルクに変換する要素である。したがって、それら調整要素12と18とは階層構造を成している。

【0011】これに対し、調整要素24は、要素22から入力されたエンジントルクを実現するための信号を、エンジンの吸入空気量を制御するアクチュエータ要素28と、エンジンの燃料噴射量を制御するアクチュエータ要素30と、エンジンの点火時期を制御するアクチュエータ要素32とに分出力する。このように、調整要素24は、そのすぐ上位の要素22が上述の調整要素12でも18でもないことから、それら調整要素12および18と共に階層構造を成しているわけではない。

【0012】また、ソフトウェア構成が真の意味において階層構造を成しているといえるためには、ソフトウェア構成中の複数の処理単位が互いに独立していることが

必要である。ここに「独立している」とは、各処理単位においてそのプログラムが他の処理単位のプログラムに依存せずにコンピュータにより実行可能であることを意味する。すなわち、各処理単位においてコンピュータにより実行されるプログラムは、それ自体で完結したプログラム、すなわち、モジュールであることが必要なものである。

【0013】これに対し、前記公報は、そのようなソフトウェア構成の階層構造、独立化およびモジュール化を一切開示していない。

【0014】以上説明した解釈を前記公報のFig. 1と併せて考察すると、この公報は、前記システムを構成する複数の要素を、ハードウェア要素であるかソフトウェア要素であるかを区別することなく、単に、それら要素間の帰属関係に従って分類して階層化する技術は開示しているが、前記システムのソフトウェア構成を適正に階層化する技術は開示していないといえる。

【0015】また、ソフトウェア構成を適正に階層化するためには、必要な処理内容については細分化を行い、それにより、ソフトウェア構成全体の実行効率を向上させることも必要である。

【0016】すなわち、この従来例においては、同じ車両において複数種類の運動制御を統合的に実行するソフトウェア構成を改善する余地が残されているのであり、そのような改善を行うことによってはじめて、車両の運動を制御する複数のアクチュエータを統合的に制御する技術が実用上確立されることになる。

【0017】このような事情を背景とし、本発明は、車両において複数種類の運動制御を実行するための複数のアクチュエータを統合的に制御する装置のソフトウェア構成を適正に階層化し、それにより、その階層構造を実用性の観点から最適化することを課題としてなされたものである。

【0018】

【課題を解決するための手段および発明の効果】その課題は本発明によって解決される。本発明によれば、下記の各態様が得られる。

【0.019】各態様は、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、本明細書に記載の技術的特徴のいくつかおよびそれらの組合せのいくつかの理解を容易にするためであり、本明細書に記載の技術的特徴やそれらの組合せが以下の態様に限定されると解釈されるべきではない。

(1) 運転者による車両の運転に関連する運転関連情報に基づいて複数のアクチュエータをコンピュータによって統合的に制御することにより、前記車両において複数種類の車両運動制御を実行する統合型車両運動制御装置であって、そのハードウェア構成とソフトウェア構成とのうちの少なくともソフトウェア構成が、前記運転者から前記複数のアクチュエータに向かう向きに階層化

された複数の部分を含み、かつ、それら複数の部分は、(a) 上位において、前記運転関連情報に基づいて目標車両状態量を決定する指令部と、(b) 下位において、前記決定された目標車両状態量を前記指令部から指令として受け取り、その受け取った指令を前記複数のアクチュエータのうちの少なくとも1つを介して実行する実行部とを含み、かつ、前記指令部は、各々が前記複数のアクチュエータを統合的に制御するための指令を発する上位指令部と下位指令部とを含み、かつ、その上位指令部は、前記運転関連情報に基づき、前記車両の動的挙動を考慮しないで第1の目標車両状態量を決定し、その決定された第1の目標車両状態量を前記下位指令部に供給し、一方、その下位指令部は、前記上位指令部から受け取った前記第1の目標車両状態量に基づき、前記車両の動的挙動を考慮して第2の目標車両状態量を決定し、その決定された第2の目標車両状態量を前記実行部に供給し、かつ、前記上位指令部、下位指令部および実行部は、それぞれ、ソフトウェア構成上互いに独立した複数のモジュールを前記コンピュータに実行させることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現する統合型車両運動制御装置。

【0020】この装置によれば、そのハードウェア構成とソフトウェア構成とのうちの少なくともソフトウェア構成が、(a) 運転者から複数のアクチュエータに向かう向きの上位において、運転関連情報に基づいて目標車両状態量を決定する指令部と、(b) 下位において、その決定された目標車両状態量を指令部から指令として受け取り、その受け取った指令を複数のアクチュエータのうちの少なくとも1つを介して実行する実行部とを含むように階層化される。

【0021】すなわち、この装置によれば、その少なくともソフトウェア構成が、指令部と実行部とが互いに分離されるように階層化されるのである。

【0022】後述のように、それら指令部と実行部とは、ソフトウェア構成上互いに独立させられているため、各々については、他方に影響を与えることなく、開発、設計、設計変更、デバック等の作業を行うことが可能となり、両方についての作業を互いに並行して行うことも可能となる。

【0023】したがって、本項に係る装置によれば、その全体のソフトウェア構成に対して行うことが必要な作業の期間を容易に短縮可能となる。

【0024】さらに、この装置によれば、指令部が、各々が複数のアクチュエータを統合的に制御するための指令を発する上位指令部と下位指令部とを含むものとされる。

【0025】その上位指令部は、運転関連情報に基づき、車両の動的挙動を考慮しないで第1の目標車両状態量を決定し、その決定された第1の目標車両状態量を下位指令部に供給するものとされる。

【0026】これに対し、その下位指令部は、上位指令部から受け取った第1の目標車両状態量に基づき、車両の動的挙動を考慮して第2の目標車両状態量を決定し、その決定された第2の目標車両状態量を実行部に供給するものとされる。

【0027】すなわち、本項に係る装置によれば、指令部が、車両の動的挙動を考慮しないで簡易に目標車両状態量を決定する上位指令部と、車両の動的挙動を考慮して正確に目標車両状態量を決定する下位指令部とがそれらの順に互いに直列に並ぶように細分化されるのである。

【0028】後述のように、それら上位指令部と下位指令部とは、ソフトウェア構成上互いに独立させられているため、各々については、他方に影響を与えることなく、開発、設計、設計変更、デバック等の作業を行うことが可能となり、両方についての作業を互いに並行して行うことも可能となる。

【0029】したがって、本項に係る装置によれば、それらの指令部のソフトウェア構成に対して行うことが必要な作業の期間を容易に短縮可能となる。

【0030】ここに、「第1の目標車両状態量」と「第2の目標車両状態量」との関係について説明すれば、前述のように、第1の目標車両状態量は車両の動的挙動を考慮しないで決定されるものであるのに対し、第2の目標車両状態量は、その決定された第1の目標車両状態量を基礎とした上で、車両の動的挙動を考慮して決定される。

【0031】ここに、「車両の動的挙動」とは、例えば、過渡的または非線形的な車両挙動を意味し、それを取得するために比較的複雑な演算を必要とする概念であり、定常的または線形的な車両挙動を意味し、それを取得するために比較的簡単な演算で足りる概念と対立する概念である。

【0032】したがって、第1の目標車両状態量がそのまま実現されるように複数のアクチュエータを制御したのでは車両の動的挙動の観点から適当ではない場合には、結果的に、その第1の目標車両状態量が修正されて第2の目標車両状態量が決定されることになる。

【0033】それら第1および第2の目標車両状態量相互の関係から前述の上位指令部および下位指令部相互の関係を判断すれば、上位指令部と下位指令部とは、上位指令部に下位指令部が完全に従属するという隸属的な関係にあるというより、上位指令部が発した指令を必要に応じて修正する権限が下位指令部に与えられているという、不完全ではあるが独立的な関係にあるということができる。

【0034】ここに、「隸属的な関係」は、例えば、完全な主従関係、または密な関係ということができ、一方、「不完全ではあるが独立的な関係」は、例えば、部分的な対等関係、または疎な関係ということができる。

【0035】さらに、本項に係る装置によれば、目標車両状態量が複数の段階を経て決定される。具体的には、最初の段階においては、車両の動的挙動に依存しないで決定され、次の段階においては、車両の動的挙動に依存して決定される。すなわち、それら複数の段階での決定は、最終的な目標車両状態量が供給される実行部に対して互いに並列の関係にあるのではなく、互いに直列の関係にあるのである。

【0036】したがって、この装置によれば、それら複数の段階での決定が実行部に対して互いに並列の関係にある場合のように、いずれかの目標車両状態量を選択することが必要にならざりし済む。

【0037】さらに、この装置によれば、上位指令部により決定される第1の目標車両状態量は、車両の動的挙動に依存しないため、ある車両のために開発された上位指令部を、車両の動的運動特性が異なる別の種類の車両に、大きな設計変更を加えることなく、搭載することが可能となる。

【0038】したがって、この装置によれば、上位指令部の汎用性が向上し、種類が異なる車両に広く展開することが容易となる。

【0039】さらに、この装置によれば、上位指令部、下位指令部および実行部が、それぞれ、ソフトウェア構成上互いに独立した複数のモジュールを少なくとも1つのコンピュータに実行されることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現するものとされる。

【0040】すなわち、この装置によれば、上位指令部、下位指令部および実行部が、それぞれのモジュールを、他のモジュールから独立した状態で、コンピュータに実行させるものとされるのである。

【0041】なお付言すれば、本項に係る装置は、ソフトウェア構成を階層化して各部分を互いに独立させるのみならず、ハードウェア構成を階層化して各部分を互いに独立させるようにして実施することが可能である。

【0042】この場合、本項に係る装置の一実施態様においては、各部分ごとに専用のプロセッシング・ユニット（例えば、CPUを少なくとも1つ有するように構成される）が搭載され、各プロセッシング・ユニットにより各モジュールが実行されることになる。この実施態様においては、例えば、プロセッシング・ユニットの数によってコンピュータの数をカウントすることとすれば、専用のプロセッシング・ユニットが搭載される部分の数が複数であるから、当該装置全体としては、それに搭載されるコンピュータの数も複数であることになる。

【0043】なお付言すれば、ここに「ハードウェア構成を階層化して各部分を互いに独立させる」という表現は、各部分が外観上互いに独立している（すなわち分離している）ことを不可欠とする趣旨の表現ではなく、各部分における処理を担うプロセッシング・ユニットが他の部分のプロセッシング・ユニットから独立していれば

足りる趣旨の表現である。

【0044】本項における「運転関連情報」は、（a）運転者による運転操作に関する運転情報と、（b）車両の状態量に関する車両情報と、（c）車両の周辺の環境であつてその車両の運動に影響を及ぼすものに関する環境情報とのうちの少なくとも1つを含むように定義することが可能である。

【0045】ここに、「運転情報」は、例えば、車両を駆動するための駆動操作（加速操作と、減速操作とを含む）、車両を制動するためのブレーキ操作、車両を旋回させるための操舵、各種電装部品のスイッチ装置等に関する情報の少なくとも1つを含むように定義することが可能である。

【0046】また、「車両情報」は、例えば、車速、舵角、車体ヨーレート、車両の前後加速度、横加速度、上下加速度、タイヤ空気圧を含むタイヤ状態量、サスペンション状態量、エンジン回転数およびエンジン負荷を含むエンジン状態量、変速比を含む変速機状態量、ハイブリッド車両を含む電気自動車におけるモータの駆動時および回生時の状態量、バッテリを含む車両電源の状態量等に関する情報の少なくとも1つを含むように定義することが可能である。

【0047】また、「環境情報」は、例えば、車両が走行している道路の状態量（例えば、表面性状、幾何学的特徴、地形的特徴等）に関する情報、車両のナビゲーションに関する情報、車両前方に存在する障害物に関する情報、外部から電波により受信した、車両の運動に関する情報等の少なくとも1つを含むように定義することが可能である。

【0048】車両においてアクチュエータが作動させられる場合には、その目的が車両運動制御であるか運転者の快適性制御（例えば、乗員室内の空調制御、照明制御、音響制御等）であるかを問わず、電力が消費される。車両において電力は無限ではないため、無駄な消費を可及的に抑えて車両全体のエネルギー需給バランスを統合的に管理することが望ましい。

【0049】このような知見に基づき、本項における「上位指令部」は、車両全体で消費されるエネルギー資源（電力または燃料を含む）の消費が可及的に節減されるように前記第1の目標車両状態量を決定する態様で実施可能である。

【0050】前述のように、本項に係る装置においては、上位指令部も下位指令部も目標車両状態量を決定する。そして、それら上位指令部および下位指令部はそれぞれのモジュールにおいて互いに独立しているため、モジュール上のフェイルがそれら上位指令部および下位指令部の一方に起こっても、そのことのみが原因で他方にモジュール上のフェイルが誘発されてしまうことはない。

【0051】このような知見に基づき、本項に係る「下

位指令部」は、上位指令部がフェイルした場合には、その上位指令部をバイパスし、前記運転関連情報に基づいて前記第2の目標車両状態量を決定する態様で実施可能である。

【0052】なお付言すれば、本項における「上位指令部」、「下位指令部」および「実行部」は、それぞれ、1つのモジュールのみをコンピュータにより実行する態様で構成したり、複数のモジュールのみをコンピュータにより実行する態様で構成することが可能である。

(2) 前記運転関連情報が、(a) 前記運転者による運転操作に関する運転情報と、(b) 前記車両の状態量に関する車両情報と、前記車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすものに関する環境情報とのうちの少なくとも一方とを含む(1)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0053】この装置においては、運転関連情報が、運転情報のみならず、それ以外の情報も含むこととなる。

【0054】したがって、この装置によれば、例えば、当該装置により運動制御を、運転者の運転技量の不足を補うように実行したり、運転者が容易には認識できないかまたは運転者が認識を怠った車両状態または車両周辺の環境の変化に車両運動が適合することとなるように実行することが可能となる。よって、この装置によれば、車両の安全性を向上させることが容易となる。

(3) 前記車両が、(a) 前記運転者による運転操作に関する運転情報を取得する運転情報取得装置と、

(b) 前記車両の状態量に関する車両情報を取得する車両情報取得装置と、前記車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすものに関する環境情報を取得する環境情報取得装置とのうちの少なくとも一方とを含み、前記上位指令部が、(c) 前記取得された運転情報と、(d) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報とのうちの少なくとも一方とに基づいて前記第1の目標車両状態量を決定する(1)または(2)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0055】この装置においては、上位指令部により第1の目標車両状態量が、運転情報のみならず、それ以外の情報をも考慮して決定される。

【0056】したがって、この装置によれば、例えば、前記(2)項に係る装置におけると同様な理由から、車両の安全性を向上させることが容易となる。

(4) 前記上位指令部が、(a) 前記取得された運転情報と、(b) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報とのうちの少なくとも一方とに基づき、やがて決定されるべき前記第1の目標車両状態量に関する複数の候補値を決定し、その決定された複数の候補値に基づき、予め定められた規則に従って、前記第1の目標車両状態量を決定する(3)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0057】この装置においては、やがて決定されるべ

き第1の目標車両状態量に関する複数の候補値であって運転情報とそれ以外の情報を考慮して決定されたものに基づき、予め定められた規則に従って、第1の目標車両状態量が決定される。

【0058】したがって、この装置によれば、運転情報およびそれ以外の情報と、それらに基づいて決定されることとなる第1の目標車両状態量との間の対応関係が、上記の規則によって一義的に決まるから、その対応関係の内容に關し、簡明性および透明性が向上する。

【0059】よって、この装置によれば、上位指令部のソフトウェア構成の設計が容易になり、それに必要な期間を容易に短縮可能となる。

【0060】さらに、この装置によれば、上記の規則さえ変更すれば、上記の対応関係が変更されるから、上位指令部のソフトウェア構成のチューニングが容易になるとともに、ある車両のために開発された上位指令部を、別の種類の車両に搭載するために必要な設計変更を軽減することが容易となる。

【0061】この装置の一実施態様によれば、上位指令部が、前記決定された複数の候補値の中から1つを、予め定められた選択規則に従って選択することにより、前記第1の目標車両状態量を決定するものとされる。

(5) 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量であり、前記複数の候補値が、(a) 前記取得された運転情報に対応する目標前後加速度と、(b) 前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報との少なくとも一方に対応する目標前後加速度とを含む(4)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0062】一般に、車両の基本的な動きは、走ること、止まること、および曲がることであるといわれる。したがって、運転者が車両を運転する場合にも、それらの基本的な動きを車両に実現させるために運転操作を行うこととなる。

【0063】そして、車両が走るという動きと止まるという動きは、車両の前後加速度という物理量によって記述することが可能である。

【0064】そのような知見に基づき、本項に係る装置においては、第1の目標車両状態量が、車両の前後加速度に関する目標車両状態量とされ、さらに、それに関する複数の候補値が、(a) 運転情報に対応する目標前後加速度と、(b) 車両情報と環境情報との少なくとも一方に対応する目標前後加速度とを含むものとされている。

【0065】したがって、この装置によれば、運転者に違和感を与えることなく、車両の駆動と制動とを適正に制御することが容易となる。

【0066】なお付言すれば、本項および下記の各項において「加速度」は、特に断りがない限り、正の加速度(狭義の加速度)と負の加速度(狭義の減速度)との及

方を含む。

(6) 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の舵角に関する目標車両状態量であり、前記複数の候補値が、(a)前記取得された運転情報に対応する目標舵角と、(b)前記取得された車両情報と、前記取得された環境情報とのうちの少なくとも一方に対応する目標舵角とを含む(4)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0067】前述のように、車両の基本的な動きには、走ることおよび止まること以外に、曲がることも存在する。そして、車両が曲がるという動きは、車両の舵角という物理量によって記述することが可能である。

【0068】そのような知見に基づき、本項に係る装置においては、第1の目標車両状態量が、車両の舵角に関する目標車両状態量とされ、さらに、それに関する複数の候補値が、(a)運転情報に対応する目標前後加速度と、(b)車両情報と環境情報との少なくとも一方に対応する目標前後加速度とを含むものとされている。

【0069】したがって、この装置によれば、運転者に違和感を与えることなく、車両の旋回を適正に制御することが容易となる。

【0070】なお付言すれば、本項および下記の各項において「舵角」は、一般に、前輪の向き(前輪舵角)として表現されるが、運転者により回転操作されるステアリングホイールの回転角(以下、「操舵角」という)に対応する物理量であることから、その操舵角を用いて表現することが可能である。

(7) 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、前記車両の舵角に関する目標車両状態量とを含む(1)ないし(6)項のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【0071】前述のように、車両の基本的な動きは、走ること、止まること、および曲がることである。さらに、前述のように、車両が走るという動きと止まるという動きは、車両の前後加速度という物理量によって記述することが可能であり、一方、車両が曲がるという動きは、車両の舵角という物理量によって記述することが可能である。

【0072】一般に、運転者は、自分が現在運転している車両が現時点から近い将来において走行することとなる走行軌跡を予想するとともに、その予想された走行軌跡に沿って走行する車両の速度がその位置によって変化する車両位置ー速度関係を予想して車両を運転しているといわれる。

【0073】すなわち、一般に、運転者は、車両がこれから走行する軌跡上のその車両の位置と速度との関係である車両位置ー速度関係が希望通りに実現されるように運転しているのである。

【0074】そして、運転者は、そのような車両位置ー速度関係が可及的に正確に実現されるように運転操作を行うこととなる。

【0075】この車両位置ー速度関係は、車両の動的挙動に依存しない領域において論じられるものであり、車両の動的運動特性が異なる複数種類の車両に共通に成立する走行パラメータであるといえる。

【0076】そして、そのような車両位置ー速度関係を記述するのに最低限必要な物理量は、例えば、車両の前後加速度と舵角である。

【0077】このような知見に基づき、本項に係る装置においては、第1の目標車両状態量が、車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、車両の舵角に関する目標車両状態量とを含むものとされている。

【0078】したがって、この装置によれば、上位指令部の汎用性を犠牲にすることなく、車両位置ー速度関係を適正化することが容易となる。

【0079】なお付言すれば、本項および下記の各項における「車両位置ー速度関係」は、例えば、車両がこれから走行すべき走行軌跡に沿って走行する車両の位置が時間経過によって変化する車両位置ー時間関係として把握することが可能である。車両の位置と速度とが判明すれば、両者の関係は、車両の位置と時間(通過時刻)との関係に等価的に変換可能であるからである。

(8) 前記上位指令部が、前記車両の挙動の安定化より、その車両が走行する走行軌跡上のその車両の位置と速度との関係である車両位置ー速度関係の適正化を優先させた目標車両状態量を前記第1の目標車両状態量として決定し、前記下位指令部が、その決定された第1の目標車両状態量に基づき、前記車両位置ー速度関係の適正化より、前記車両の挙動の安定化を優先させた目標車両状態量を前記第2の目標車両状態量として決定する

30 (1)ないし(7)項のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【0080】車両の運動を制御する際に実現すべき目標車両状態量を決定する際の考え方として、前述の車両位置ー速度関係の適正化を優先させるという考え方と、車両の挙動の安定化を優先させるという考え方がある。

【0081】そして、前者の考え方を採用する場合には、基本的には、車両の動的挙動を考慮せずに済むのに対し、後者の考え方を採用する場合には、車両の動的挙動を考慮することが必要である。

40 【0082】したがって、前者の考え方のもとに決定された目標車両状態量は、車両の種類に対して汎用性が高いのに対し、後者の考え方のもとに決定された目標車両状態量は、1種類の車両に特化される傾向が強い。

【0083】このような知見に基づき、本項に係る装置においては、上位指令部が、両の挙動の安定化より、その車両が走行する走行軌跡上のその車両の位置と速度との関係である車両位置ー速度関係の適正化を優先させた目標車両状態量を第1の目標車両状態量として決定する。これに対し、下位指令部は、上位指令部により決定された第1の目標車両状態量に基づき、車両位置ー速度

関係の適正化より、車両の挙動の安定化を優先させた目標車両状態量を第2の目標車両状態量として決定する。

(9) 前記上位指令部が、前記第1の目標車両状態量を、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定し、前記下位指令部が、前記第2の目標車両状態量を、前記許容範囲内の任意の目標車両状態量として決定する

(1) ないし (8) 項のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【0084】前記(1)ないし(8)項のいずれかに係る装置においては、上位指令部により第1の目標車両状態量が、車両の挙動の適正化より、その車両の走行軌跡上のその車両の位置と速度との関係である車両位置-速度関係の適正化を優先させて決定されるため、車両の挙動の不安定性が高いことが原因でその車両の挙動を安定化させることができ車両安全性の確保の観点から重要である場合には、下位指令部により第2の目標車両状態量が、車両の挙動を安定化させるのに適するように決定されることとなる。

【0085】このような状況から判断しても、前述のように、上位指令部と下位指令部とは、上位指令部に下位指令部が完全に従属するという隸属的な関係にあるというより、上位指令部が発した指令を必要に応じて修正する権限が下位指令部に与えられているという、不完全ではあるが独立的な関係にあることができる。

【0086】しかし、上位指令部が第1の目標車両状態量を、幅を持たない値として決定し、それを下位指令部に供給する場合には、上位指令部が第1の目標車両状態量を、幅を持つ値として決定し、それを下位指令部に供給する場合に比較すれば、下位指令部が上位指令部に従属させられる傾向は強いと考えられる。

【0087】一方、運転者の運転技術や車両環境の判断能力が不足していたなどの理由により、車両の挙動の安定性がかなり低下してしまった場合には、運転者の運転操作を修正するなどの意味において、上位指令部よりも下位指令部が主導的に目標車両状態量を決定し、実行部を介して複数のアクチュエータを統合的に制御することが強く要請されると考えられる。

【0088】以上説明した知見に基づき、本項に係る装置においては、上位指令部が、第1の目標車両状態量を、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定する。これに対し、下位指令部は、第2の目標車両状態量を、その許容範囲内の任意の目標車両状態量として決定する。

【0089】この装置によれば、目標車両状態量の決定に関して上位指令部に与えられる権限に対し、下位指令部に与えられる権限を相対的に増加させることができとなる。

【0090】その結果、この装置によれば、例えば、運転者の運転技術や車両環境の判断能力が不足しているにもかかわらず、車両の挙動の安定性ひいては車両の安全

性を向上させることができとなる。

(10) 前記第1の目標車両状態量が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、前記車両の舵角に関する目標車両状態量とを含み、かつ、前記上位指令部が、前記車両の前後加速度に関する目標車両状態量は、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定するが、前記車両の舵角に関する目標車両状態量は、許容範囲を有しない目標車両状態量として決定する(9)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0091】前述のように、前記(9)項に係る装置によれば、目標車両状態量の決定に関して上位指令部に与えられる権限に対し、下位指令部に与えられる権限を相対的に増加させることができとなる。

【0092】前記(9)項に係る装置は、第1の目標車両状態量が、車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、車両の舵角に関する目標車両状態量とを含む態様で実施することができる。

【0093】さらに、この態様は、車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、車両の舵角に関する目標車両状態量とのいずれも、幅を持つ値として下位指令部に供給される形態で実施することができる。

【0094】しかし、下位指令部に入力される目標車両状態量に幅を持たせるということは、車両の実際の運動が運転者の運転操作から遠ざかる傾向が強められることを意味する。この傾向は場合によっては、車両の安全性向上という観点から望ましいであろうが、場合によっては、車両の実際の運動に対して運転者が違和感を抱くという事態を招きかねない。

【0095】そして、このような事態を招く可能性は、車両の前後加速度に関する目標車両状態量に幅を持たせた場合に比較し、車両の舵角に関する目標車両状態量に幅を持たせた場合の方が高いと考えられる。

【0096】以上説明した知見に基づき、本項に係る装置においては、第1の目標車両状態量が、車両の前後加速度に関する目標車両状態量と、車両の舵角に関する目標車両状態量とを含み、かつ、上位指令部が、車両の前後加速度に関する目標車両状態量は、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定するが、車両の舵角に関する目標車両状態量は、許容範囲を有しない目標車両状態量として決定するものとされている。

【0097】したがって、この装置によれば、運転者に与える違和感を抑制しつつ、下位指令部の権限を上位指令部の権限に対する相対的に強化することができになる。

【0098】この装置の一実施態様によれば、上位指令部が、車両の前後加速度に関する目標車両状態量を、それが車両の加速を意味する場合には、許容範囲内で変化し得る目標車両状態量として決定するが、車両の減速を意味する場合には、許容範囲を有しない目標車両状態量として決定するものとされる。

【0099】この実施態様によれば、車両を減速させることが必要である場合に、目標前後加速度の大きさが、それが許容範囲を有するときに比較して忠実に下位指令部および実行部により実現される傾向が強くなり、その結果、車両の安全性を向上させることが容易となる。

(11) 前記上位指令部が、前記運転者の意思と、前記車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすものとの少なくとも一方に基づき、前記許容範囲の幅を変化させる(9)または(10)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0100】この装置によれば、上位指令部により決定される第1の目標車両状態量の許容範囲の幅を、運転者の意思(例えば、運転者の好みを反映したもの)と、車両の周辺の環境であってその車両の運動に影響を及ぼすもの(例えば、その車両が走行している道路の表面状態や屈曲状態(例えば、屈曲の程度や屈曲の頻度))との少なくとも一方に基づいて変化させることが可能となる。

【0101】したがって、この装置によれば、その許容範囲の幅を、それが固定である場合とは異なり、運転者の意思と車両周辺の環境との少なくとも一方との変化に追従させることにより、運転者の意思と車両周辺の環境との少なくとも一方との関係において常に適正化することが容易となる。

(12) 前記上位指令部が、それに入力された情報に基づき、かつ、前記車両の動的挙動とは無関係にその車両の運動を簡易的に記述する簡易車両モデルに従い、前記第1の目標車両状態量を決定し、前記下位指令部が、それに入力された情報に基づき、かつ、前記車両の動的挙動が反映されるようにその車両の運動を、前記簡易車両モデルより正確に記述する精密車両モデルに従い、前記第2の目標車両状態量を決定する(1)ないし(11)項のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【0102】この装置においては、結局、車両の運動を記述する車両モデルが2種類用いられて最終的な目標車両状態量が決定される。

【0103】したがって、この装置によれば、各種類の車両モデルの構成を、車両モデルを1種類のみ用いて最初から最終的な目標車両状態量を決定する場合に比較して容易に単純化することが可能となる。

【0104】さらに、この装置においては、簡易車両モデルが、それが使用される車両の動的挙動に依存せずに定義される。

【0105】したがって、この装置によれば、複数種類の車両に対する簡易モデルの汎用性を容易に向上させることが可能となる。

【0106】なお付言すれば、本項および下記の各項における「モデル」は、車両の運動(例えば、車輪の運動を含む)をコンピュータ上で何らかの手法で表現するものであれば足りる。

【0107】したがって、「モデル」は、車両の構造を幾何学的に単純化して再現することにより、車両の運動をシミュレートする形式であることは不可欠ではなく、例えば、車両の運動を単純な式数やテーブルにより記述する形式としたり、車両の運動を、それが置かれている状況に応じて成立する少なくとも1つの条件により記述する形式とすることが可能である。

(13) 前記実行部が、それに入力された情報に基づき、かつ、前記車両の車輪の運動を、その車輪に作用する前後力と横力と上下力とのうちの少なくとも前後力と横力とに関して記述する車輪モデルに従い、前記第2の目標車両状態量を実現するために前記複数のアクチュエータを制御すべき制御量を決定する(12)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0108】上位指令部および下位指令部においては、基本的には、車両の運動をその車両全体として着目すれば、目標車両状態量を決定するのに足りる。

【0109】これに対し、実行部は、直接的には、複数のアクチュエータを制御し、間接的には、車両における各車輪に作用する力を制御し、究極的に、車両の運動を制御する。

【0110】したがって、実行部は、下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するために複数のアクチュエータを制御すべき制御量を決定するに際し、車輪の運動を記述する車輪モデルを用いることが考えられる。

【0111】そして、一般に、車輪に作用する力は、前後力と横力と上下力とに分解されて観察される。したがって、車輪モデルは、車輪の前後力と横力と上下力とに関して車輪の運動を記述することが不可欠のようであるが、アクチュエータによる現実の制御能力を考慮すると、車両が置かれている運動状態の如何を問わずにアクチュエータによって車輪の上下力を顕著に変化させることは技術的に困難である。

【0112】以上説明した知見に基づき、本項に係る装置においては、実行部が、それに入力された情報に基づき、かつ、車両の車輪の運動を、その車輪に作用する前後力と横力と上下力とのうちの少なくとも前後力と横力とに関して記述する車輪モデルに従い、第2の目標車両状態量を実現するために複数のアクチュエータを制御すべき制御量を決定するものとされている。

【0113】したがって、この装置によれば、アクチュエータの制御能力との関係において無駄がない形で車輪モデルを定義して、複数のアクチュエータの制御量を決定することが可能となる。

(14) 前記上位指令部と下位指令部と実行部とのうちの少なくとも1つの各々が、それより上位の部分から入力された情報に基づき、かつ、前記車両の運動とその車両の車輪の運動とのうちの少なくとも一方を記述するモデルに従い、それより下位の部分に出力すべき情報を

決定するとともに、そのモデルを、下位の部分に出力した情報の誤差に基づいて修正する (1) ないし (13) 項のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【0114】上位指令部と下位指令部と実行部とのそれにおいては、特定のモデルを用いて必要な情報を決定する場合、そのモデルを不変なモデルとして定義することは可能である。

【0115】しかし、そのモデルが記述する対象、すなわち、車両の運動または車輪の運動や、そのモデルを用いて決定された情報と車両の運動または車輪の運動との間の媒介が変化を伴う場合がある。そのような変化が存在するにもかかわらずモデルを固定的に定義したのでは、モデルは、それが記述する対象および媒介の実際を忠実に再現することができない。

【0116】ここに、「媒介が伴う変化」は、例えば、その媒介としてのアクチュエータ自体の性能の変化があり、さらに、その媒介としての、アクチュエータにより作動させられる作動対象の性能の変化がある。その作動対象の一例はブレーキであり、この例においては、そのブレーキにおける摩擦材の摩擦係数が変化を伴う可能性がある。また、その作動対象の別の例はエンジンであり、この例においては、そのエンジンの出力特性が気温や気圧等の環境パラメータに起因する変化を伴う可能性がある。

【0117】このような事情を背景にして、本項に係る装置においては、上位指令部と下位指令部と実行部とのうちの少なくとも1つの各々が、それより上位の部分から入力された情報に基づき、かつ、車両の運動とその車両の車輪の運動とのうちの少なくとも一方を記述するモデルに従い、それより下位の部分に出力すべき情報を決定するとともに、そのモデルを、下位の部分に出力した情報の誤差に基づいて修正するものとされている。

【0118】したがって、この装置によれば、モデルが記述する対象または媒介の経時変化にもかかわらず、それら対象または媒介をモデルに常に忠実に再現させることができとなる。

【0119】そして、このようなモデルの修正機能が付加されれば、そのモデルを用いて作成された情報の精度を向上させ、ひいては、車両の運動の制御精度を向上させることが容易となる。

(15) 前記実行部が、前記下位指令部から前記複数のアクチュエータに向かう向きに階層化された複数の部分を含み、かつ、それら複数の部分が、上位において、前記下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するために前記複数のアクチュエータを制御すべき制御量をそれら複数のアクチュエータに関して分配する分配部と、下位において、その分配部から供給された制御量が実現されるように前記複数のアクチュエータを制御する制御部とを含み、かつ、前記分配部は、(a) 上位において、前記複数のアクチュエータの全体に関して

設けられ、前記下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するためにそれら複数のアクチュエータを制御すべき制御量をそれら複数のアクチュエータの全体に関して統合的に分配する上位分配部と、(b) 下位において、前記複数のアクチュエータのうちの一部に関して設けられ、前記上位分配部から供給された制御量を前記一部のアクチュエータに分配する下位分配部とを含み、かつ、前記制御部は、前記一部のアクチュエータに関しては、前記下位分配部より下位において、各アクチュエータごとに設けられるが、残りのアクチュエータに関しては、前記上位分配部より下位において、各アクチュエータごとに設けられた複数の個別制御部を含み、かつ、前記上位分配部、下位分配部および制御部は、それぞれ、ソフトウエア構成上互いに独立した複数のモジュールを前記コンピュータに実行させることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現する (1) ないし (14) 項のいずれかに記載の統合型車両運動制御装置。

【0120】1種類の目標車両状態量の実現に複数種類のアクチュエータの制御が必要となる場合がある。この場合には、その目標車両状態量を実現するために複数種類のアクチュエータの全体によって実現すべき制御量(以下、「全体制御量」という)をそれら複数種類のアクチュエータに分配することが必要となる。

【0121】このような事情を背景にして、本項に係る装置においては、実行部が、下位指令部から複数のアクチュエータに向かう向きに階層化された複数の部分を含むものとされている。

【0122】しかも、この装置においては、それら複数の部分が、(a) 上位において、下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するために複数のアクチュエータを制御すべき制御量をそれら複数のアクチュエータに関して分配する分配部と、(b) 下位において、その分配部から供給された制御量が実現されるように複数のアクチュエータを制御する制御部とを含むものとされている。

【0123】すなわち、この装置によれば、その実行部のソフトウエア構成が、分配部と制御部とが互いに分離されるように階層化されるのである。

【0124】後述のように、それら分配部と制御部とは、ソフトウエア構成上互いに独立させられているため、各々については、他方に影響を与えることなく、開発、設計、設計変更、デバック等の作業を行うことが可能となり、両方についての作業を互いに並行して行うことも可能となる。

【0125】前述の全体制御量においては一般に、制御の末端に位置する複数のアクチュエータに一段階で分配できる部分もあれば、複数段階を経ないと分配できない部分もある。

【0126】後者の部分については、最初から全体制御

量から最終的な個別制御量（各種類のアクチュエータに個別的に対応する制御量）が分配されるのではなく、例えば、最初の段階では、全体制御量から中間的な制御量が分配され、次の段階では、その中間的な制御量から個別制御量が分配されることになる。

【0127】このような事情を背景にして、本項に係る装置においては、分配部が、(a) 上位において、複数のアクチュエータの全体に関して設けられ、下位指令部から供給された第2の目標車両状態量を実現するためにそれら複数のアクチュエータを制御すべき制御量をそれら複数のアクチュエータの全体に関して統合的に分配する上位分配部と、(b) 下位において、複数のアクチュエータのうちの一部に関して設けられ、上位分配部から供給された制御量を前記一部のアクチュエータに分配する下位分配部とを含むものとされている。

【0128】すなわち、この装置によれば、その分配部のソフトウェア構成が、上位分配部と下位分配部とが互いに分離されるように階層化されるのである。

【0129】後述のように、それら上位分配部と下位分配部とは、ソフトウェア構成上互いに独立させられるため、各々については、他方に影響を与えることなく、開発、設計、設計変更、デバック等の作業を行うことが可能となり、両方についての作業を互いに並行して行うことも可能となる。

【0130】さらに、本項に係る装置においては、制御部が、前記一部のアクチュエータに関しては、下位分配部より下位において、各アクチュエータごとに設けられるが、残りのアクチュエータに関しては、上位分配部より下位において、各アクチュエータごとに設けられた複数の個別制御部を含むものとされている。

【0131】以上の説明から明らかなように、この装置は、その少なくともソフトウェア構成に関し、運転者から複数のアクチュエータに向かう向きに、上位指令部、下位指令部、上位分配部、下位分配部および制御部がソフトウェア構成上互いに独立して互いに直列に並ぶように階層化されているのである。

【0132】したがって、この装置によれば、その全体の少なくともソフトウェア構成の階層化の程度が従来より進化し、その結果、処理内容の分業化および各処理単位の独立性が強化される。

【0133】なお付言すれば、本項における「上位分配部」、「下位分配部」および「制御部」は、それぞれ、1つのモジュールのみをコンピュータにより実行する様で構成したり、複数のモジュールのみをコンピュータにより実行する様で構成することが可能である。

(16) 前記複数のアクチュエータが、各アクチュエータにより前記車両の各構成要素に作用させられる物理量の種類に応じて複数のグループに分類されており、前記下位分配部が、それら複数のグループのうち、それに属するアクチュエータの数が複数であるグループに関し

て設けられている(15)項に記載の統合型車両運動制御装置。

(17) 前記複数のアクチュエータが、前記車両の車輪の前後力と横力と上下力とのうち少なくとも前後力と横力を制御する複数の車輪関連アクチュエータを含み、前記上位分配部が、前記制御量を前記複数の車輪関連アクチュエータに、前記前後力に関する前後力成分と、前記横力に関する横力成分と、前記上下力に関する上下力成分とのうちの少なくとも前後力成分と横力成分とを含むように分配する(15)または(16)項に記載の統合型車両運動制御装置。

【0134】この装置においては、車輪に成立する力学に従い、前記制御量が複数の車輪関連アクチュエータに、前後力に関する前後力成分と、横力に関する横力成分と、上下力に関する上下力成分とのうちの少なくとも前後力成分と横力成分とを含むように分配される。

【0135】したがって、この装置によれば、制御量の複数の車輪関連アクチュエータへの分配が、車輪に成立する力学に従って行われるから、各車輪関連アクチュエータが実現すべき個別制御量の精度が向上し、ひいては、車両の運動を制御する精度も向上する。

【0136】

【発明の実施の形態】以下、本発明のさらに具体的な実施の形態の1つを図面に基づいて詳細に説明する。

【0137】図1には、本発明の一実施形態に従う統合型車両運動制御装置のハードウェア構成がブロック図で概念的に示されている。この統合型車両運動制御装置（以下、単に「運動制御装置」という）は車両に搭載されている。

【0138】その車両は、その前後左右にそれぞれ車輪10を備えている。図1において「f1」は左前輪、「fr」は右前輪、「rl」は左後輪、「rr」は右後輪をそれぞれ示している。

【0139】この車両は、動力源としてエンジン（内燃機関）14を備えている。このエンジン14の運転状態は、運転者によるアクセルペダル（加速操作部材の一例である）20の操作量に応じて電気的に制御される。エンジン14の運転状態は、また、必要に応じ、運転者によるアクセルペダル20の操作（以下、「駆動操作」または「加速操作」という）とは無関係に自動的に制御される。

【0140】このようなエンジン14の電気制御は、例えば、図示しないが、エンジン14の吸気マニホールド内に配置されたスロットルバルブの開度（すなわち、スロットル開度）の電気制御により実現したり、エンジン14の燃焼室に噴射される燃料の量の電気制御により実現することが可能である。

【0141】なお付言すれば、この車両が電気自動車である場合には、動力源はモータとされ、これに対し、ハイブリッド電気自動車である場合には、動力源はエンジ

ンとモータとの組合せとされる。

【0142】この車両は、左右前輪が駆動輪、左右後輪が駆動輪である後輪駆動式である。そのため、エンジン14は、トルクコンバータ22、トランスミッション24、プロペラシャフト26およびデファレンシャル28と、各後輪と共に回転するドライブシャフト30とをそれらの順に介して各後輪に連結されている。トルクコンバータ22、トランスミッション24、プロペラシャフト26およびデファレンシャル28は、左右後輪に共通の伝達要素である。

【0143】トランスミッション24は、図示しない自動変速機を備えている。この自動変速機は、エンジン14の回転速度をトランスミッション24のアウトプットシャフトの回転速度に変速する際の変速比を電気的に制御する。

【0144】車両は、運転者により回転操作されるステアリングホイール44を備えている。そのステアリングホイール44には、操舵反力付与装置48により、運転者による回転操作（以下、「操舵」という）に応じた反力が操舵反力として電気的に付与される。その操舵反力の大きさは電気的に制御可能とされている。

【0145】左右前輪の向きすなわち前輪舵角は、フロントステアリング装置50によって電気的に変化させられる。フロントステアリング装置50は、運転者によりステアリングホイール44が回転操作された角度すなわち操舵角に基づいて前輪舵角を制御し、また、必要に応じ、その回転操作とは無関係に自動的に前輪舵角を制御する。すなわち、本実施形態においては、ステアリングホイール44と左右前輪とが機械的には絶縁されているのである。

【0146】左右後輪の向きすなわち後輪舵角も、前輪舵角と同様に、リヤステアリング装置52によって電気的に変化させられる。

【0147】各車輪10には、その回転を抑制するために作動させられるブレーキ56が設けられている。各ブレーキ56は、運転者によるブレーキペダル（ブレーキ操作部材の一例である）58の操作量に応じて電気的に制御され、また、必要に応じ、自動的に各車輪10ごとに個別に制御される。

【0148】この車両においては、各車輪10が、各サスペンション62を介して車体（図示しない）に懸架されている。各サスペンション62の懸架特性は、個別に電気的に制御可能となっている。

【0149】以上説明した車両の各構成要素は、それを電気的に作動させるために作動させられるアクチュエータを備えている。以下、図23を参照しつつ、具体的に挙げる。

（1）エンジン14を電気的に制御するためのアクチュエータ70

（2）トランスミッション24を電気的に制御するため

のアクチュエータ72

（3）操舵反力付与装置48を電気的に制御するためのアクチュエータ74

（4）フロントステアリング装置50を電気的に制御するためのアクチュエータ76

（5）リヤステアリング装置52を電気的に制御するためのアクチュエータ78

（6）各ブレーキ56に個別に関連して設けられ、各ブレーキ56により各車輪10に加えられる制動トルクを個別に電気的に制御するための複数のアクチュエータ80（図23には1つのみが代表的に示されている）

（7）各サスペンション62に個別に関連して設けられ、各サスペンション62の懸架特性を個別に電気的に制御するための複数のアクチュエータ82（図23には1つのみが代表的に示されている）

図1に示すように、前記運動制御装置は、以上説明した複数のアクチュエータ70ないし82に接続された状態で車両に搭載されている。この運動制御装置は、図示しないバッテリ（車両電源の一例である）から供給される電力により作動させられる。

【0150】図2には、その運動制御装置のハードウエア構成がブロック図で概念的に表されている。この運動制御装置は、コンピュータ90を主体として構成されている。コンピュータ90は、よく知られているように、プロセッシング・ユニット（以下、「PU」という）92とROM（メモリの一例である）94とRAM（メモリの一例である）96とがバス98により互いに接続されることによって構成されている。

【0151】PU92は、図4に示す上位指令部210と下位指令部212と実行部214とについてそれぞれ1つずつ割り当てられたCPU（図示しない）を合計3つ備えている。それら3つのCPUは、ROM94とRAM96とを共有している。したがって、本実施形態においては、上位指令部210と下位指令部212と実行部214とが、PU92に関して互いに独立させられている。

【0152】ただし、各CPUごとに専用のROM94とRAM96とを有するようにすることが可能であり、そのようにした場合には、上位指令部210と下位指令部212と実行部214とが、PU92に関してのみならずROM94およびRAM96に関して互いに独立させられることとなる。

【0153】PU92を1つのCPUから構成し、その1つのCPUを上位指令部210と下位指令部212と実行部214とに共通に割り当てることも可能である。

【0154】また、上位指令部210と下位指令部212と実行部214とのうちの少なくとも1つの各々に、複数のCPUを割り当てて、厳密な意味での並列処理を行いうようにすることも可能である。

【0155】この運動制御装置は、さらに、入力インタ

インターフェース100と出力インターフェース102とをバス98に接続された状態で備えている。この運動制御装置は、入力インターフェース100を介して後述の各種センサ等に接続され、一方、出力インターフェース102を介して前述の各種アクチュエータに接続されている。

【0156】図3には、ROM94の構成が概念的に表されている。これについては後に詳述する。

【0157】図4には、前記運動制御装置のソフトウェア構成が概念的にブロック図で表されている。同図には、さらに、この運動制御装置に接続される各種機器も示されている。

【0158】図4に示すように、この運動制御装置は、その入力側、すなわち、情報の主な流れの上流側において、運転者と、その運転者により運転される車両と、その車両の周辺環境とに関連付けられている。

【0159】運転者の操作情報は、操作情報取得装置120により取得されてこの運動制御装置に入力される。車両の状態量を表す車両情報は、車両情報取得装置122により取得されてこの運動制御装置に入力される。周辺環境を表す環境情報は、環境情報取得装置124により取得されてこの運動制御装置に入力される。

【0160】この運動制御装置は、必要な情報をそれら操作情報取得装置120、車両情報取得装置122および環境情報取得装置124から隨時取り込むことが可能である。さらに、この運動制御装置は、その複数の処理部（上位指令部210、下位指令部212および実行部214の総称）のいずれかにおいて取得された情報を別の処理部において利用することも可能である。

【0161】図5には、操作情報取得装置120を構成する各種センサおよび各種スイッチが示されている。以下、具体的に列記する。

#### （1）駆動操作関係

- ・アクセル操作ストロークセンサ130：運転者によるアクセルペダル20の操作ストローク（回転角度または開度で表現される場合もある）を検出するセンサ

#### （2）ブレーキ操作関係

- ・ブレーキ操作力センサ134：運転者によるブレーキペダル58の操作力を検出するセンサ

- ・ブレーキ操作ストロークセンサ136：運転者によるブレーキペダル58の操作ストロークを検出するセンサ

#### （3）操舵関係

- ・操舵角センサ140：運転者によるステアリングホイール44の回転角（操舵角）を検出するセンサ

- ・操舵トルクセンサ142：運転者によりステアリングホイール44に加えられた操舵トルクを検出するセンサ

#### （4）各種スイッチ

- ・車速・車間距離制御スイッチ146：運転者により、後述の車速・車間距離制御を許可するために操作されるスイッチ

- ・レーンキープスイッチ148：運転者により、後述のレーンキープ制御を許可するために操作されるスイッチ
- ・推奨車速ガイダンススイッチ150：運転者により、後述の推奨車速ガイダンス制御を許可するために操作されるスイッチ

図6には、車両情報取得装置122を構成する各種機器が示されている。以下、具体的に列記する。

#### （1）加速度関係

- ・前後加速度センサ160：車両の前後加速度を検出するセンサ

- ・横加速度センサ162：車両の横加速度（基本的には、車両重心点に作用する横加速度）を検出するセンサ

- ・上下加速度センサ164：各車輪10と車体との間ににおける相対的な上下加速度を検出するセンサ

#### （2）速度関係

- ・車速センサ168：車両の走行速度である車速を検出するセンサ

- ・車輪速度センサ170：各車輪10の回転速度である車輪速度を検出するセンサ

- ・ヨーレートセンサ172：車両重心点まわりの車体のヨーレート（ヨー角速度）を検出するセンサ

#### （3）パワートレイン関係

- ・エンジン回転数センサ176：エンジン14の回転数を検出するセンサ

- ・アウトプットシャフト回転数センサ177：トルクコンバータ22のアウトプットシャフトの回転数を検出するセンサ

#### （4）その他の検出機器

- ・タイヤ空気圧センサ178：各車輪10のタイヤの空気圧を検出するセンサ

- ・路面スラント推定装置180：車両が走行している路面のスラント角（特に車両横方向におけるスラント角）を推定する装置

なお付言すれば、この路面スラント推定装置180は、例えば、車両情報取得装置122に属するセンサの一部、すなわち、横加速度センサ162、車輪速度センサ170、ヨーレートセンサ172等からの信号に基づいてスラント角を推定するものとすることが可能である。

【0162】図7には、環境情報取得装置124を構成する各種機器が示されている。以下、具体的に列記する。

#### （1）前方監視レーダ装置190

これは、車両の前方に存在する対象物（先行車、障害物等を含む）の、車両からの距離、位置等をレーダにより監視する装置である。

#### （2）前方監視カメラ装置192

これは、車両の前方の画像（道路、先行車、障害物等を含む）をカメラにより監視する装置である。

#### （3）ナビゲーションシステム194

50 これは、地球上または地図上における車両の現在位置を

確認したり、地図上の道路に沿って車両を誘導するシステムである。

(4) 通信システム 196

これは、車両が現在走行しているかまたはこれから走行しようとしている道路の表面性状（例えば、路面 $\mu$ ）や地形的特徴（例えば、道路形状）に関する環境情報や、その道路について法定された制限速度、一時停止位置等の環境情報（道路交通法に基づく情報）を無線で受信するシステムである。

【0163】この通信システム 196 は、さらに、自車において推定された各種情報を他車、情報管理局等の外部に送信する機能を有するように設計することが可能である。自車において推定される各種情報は、例えば、自車が走行してきたかまたは走行している道路の路面 $\mu$ に関する情報や、自車が走行することが推奨される走行軌跡に関する情報を含むように定義することが可能である。

【0164】図 4 に示すように、前記運動制御装置のソフトウエア構成は、上述の操作情報取得装置 120、車両情報取得装置 122 および環境情報取得装置 124 から複数のアクチュエータ 70 ないし 82 に向かう向こうに、上位指令部 210、下位指令部 212 および実行部 214 がそれらの順に互いに直列に並ぶように階層化されて構成されている。

【0165】図 3 に示すように、ROM 94 には、上位指令部 210 に関連して、上位指令部用モジュールが記憶されている。さらに、ROM 94 には、下位指令部 212 に関連して、下位指令部用モジュールが記憶されている。さらにまた、ROM 94 には、実行部 214 に関連して実行部用モジュールが記憶されているが、これについて後述する。

【0166】なお付言すれば、1つのモジュールは、1つのフローを実現するプログラム単位を1つしか有しないように構成したり、そのプログラム単位を複数有するように構成することが可能である。例えば、上位指令部用モジュールは、後述の、目標前後加速度演算、目標舵角演算、および選択をそれぞれ実行する複数のプログラム単位を含むように構成することが可能である。

【0167】そして、本実施形態においては、各種モジュールが、上位指令部 210 と下位指令部 212 と実行部 214 とに関して互いに独立して PU92 により実行されるようになっている。

【0168】ここで、この運動制御装置ならびにそれに連携させられた取得装置 120, 122, 124 およびアクチュエータ 70 ないし 82 の機能を人間の機能と対比して概念的に説明すれば、図 4 に示すように、取得装置 120, 122, 124 は、人間の感覚器官に似た機能を果たす部分、上位指令部 210 は人間の頭脳に似た機能を果たす部分、下位指令部 212 および実行部 214 は人間の運動神経に似た機能を果たす部分、そして、

10

20

30

40

50

アクチュエータ 70 ないし 82 は人間の運動器官に似た機能を果たす部分である。

【0169】図 8 には、上位指令部 210 のソフトウエア構成が機能に着目して分類されてブロック図で示されている。

【0170】上位指令部 210 は、次の部分を含むように構成されている。

(1) 目標前後加速度演算部 220：図 3 に示す目標前後加速度演算モジュールに対応する部分であって、車両について択一されるべき複数の目標前後加速度  $g \times 1$  ないし  $g \times 5$  を演算する部分

(2) 目標舵角演算部 222：図 3 に示す目標舵角演算モジュールに対応する部分であって、車両について択一されるべき複数の目標舵角  $\delta 1$  および  $\delta 2$  を演算する部分

(3) 選択部 224：図 3 に示す2つの選択モジュールの一方に対応する部分であって、上記複数の目標前後加速度の中から1つを目標前後加速度  $g \times 6$  として選択する部分

(4) 選択部 226：上記2つの選択モジュールの他方に対応する部分であって、上記複数の目標舵角の中から1つを目標舵角  $\delta 3$  として選択する部分

目標前後加速度演算部 220 は、次の3つの信号処理部 240, 242, 244 を備えている。

(1) 信号処理部 240

これは、操作情報取得装置 120 からの信号をコンピュータ 90 により処理可能な信号に変換する部分である。

(2) 信号処理部 242

これは、車両情報取得装置 122 からの信号をコンピュータ 90 により処理可能な信号に変換する部分である。

【0171】この信号処理部 242 は、図 9 に示すように、タイヤ状態判定部 250 を備えている。これは、タイヤ空気圧センサ 178、車輪速度センサ 170 等からの信号に基づき、各車輪 10 のタイヤの状態（例えば、空気圧、表面性状等）が異常であるか否かを判定する部分である。

【0172】信号処理部 242 は、さらに、図 9 に示すように、前進・後退・停止判定部 252 を備えている。これは、車輪速度センサ 170 からの信号に基づき、車両が現在、前進中であるか、後退中であるか、停止中であるかを判定する部分である。

【0173】この前進・後退・停止判定部 252 においては、例えば、4つの車輪すべてについて車輪速度が0であれば、車両が停止中にあると判定され、4つの車輪のうちの少なくとも1つについて車輪速度が正であれば、車両が前進中にあると判定され、4つの車輪のうちの少なくとも1つについて車輪速度が負であれば、車両が後退中にあると判定される。

【0174】信号処理部 242 は、さらに、図 9 に示すように、旋回判定部 254 を備えている。これは、操舵

角セシサ140、ヨーレートセンサ172等からの信号に基づき、車両が現在、旋回中にあるか否かを判定する部分である。

【0175】この旋回判定部254においては、例えば、操舵角の絶対値が0でない設定値（例えば、30度）より大きいか、または、ヨーレートの絶対値が0でない設定値（例えば、5度/秒）である場合には、車両が旋回中にあると判定され、そうでない場合には、車両が旋回中にはないと判定される。

(3) 信号処理部244

これは、図8に示すように、環境情報取得装置124からの信号をコンピュータ90により処理可能な信号に変換する部分である。

【0176】この信号処理部244は、図10に示すように、推奨走行軌跡演算部256を備えている。これは、車両が、走行中の各地点から設定時間T0秒後までにその車両が走行することが推奨される推奨走行軌跡を演算する部分である。

【0177】ここに、設定時間T0は、例えば、車両を現在車速から設定減速度（例えば、-2.0m/s<sup>2</sup>）のものに減速させた場合にその車両が停止するまでにかかる時間として計算することが可能である。また、後述の演算手法により、時間と共に変化する目標減速度のものに車両を減速させた場合にその車両が停止するまでにかかる時間として計算することも可能である。

【0178】この推奨走行軌跡演算部256においては、例えば、推奨走行軌跡が、前方監視カメラ装置192により撮影された車両前方画像と、ナビゲーションシステム194により取得された車両の現在位置と、その車両が現在走行している道路のうち、車両走行中の各地点から設定時間T0秒後までにその車両が通過すると予想される部分の地形的形状（直線路であるか曲線路であるか等）に基づいて演算される。

【0179】推奨走行軌跡は、基本的には、車両が現在走行している道路中の走行レーンの中央線として定義される。

【0180】信号処理部244は、さらに、図10に示すように、基準停止距離演算部257を備えている。これは、車両の減速度が設定値（例えば、-3.0m/s<sup>2</sup>）を超えない範囲で車両が減速して停止できる距離を基準停止距離として演算することが可能である。また、後述の演算手法により、時間と共に変化する目標減速度のものに車両を減速させた場合にその車両が停止するまでにかかる時間として計算することも可能である。

【0181】この基準停止距離演算部257においては、例えば、通信システム196、後述の車両状態量推定部等から、車両が現在走行しているかまたはこれから走行しようとしている道路の路面μ情報（摩擦係数、ドライアイスファルト路であるかウェットアイスファルト路であるか雪道であるか圧雪路であるかアイスバーンである

か砂利道であるか等）が取り込まれる。

【0182】この基準停止距離演算部257においては、さらに、例えば、通信システム196、ナビゲーションシステム194、前方監視カメラ装置192等から、車両が現在走行しているかまたはこれから走行しようとしている道路の各地点における曲率半径（道路形状の一例である）に関する情報が取り込まれる。

【0183】そして、この基準停止距離演算部257においては、例えば、それら取り込まれた路面μ情報と曲率半径情報に基づき、次の演算手法に従って、車両が現在車速から減速して停止できる距離が基準停止距離として演算される。その演算手法は、前記説明中の2か所において言及されたものと同じである。

(1) 現在の状態の演算

現在の路面についての路面μ（上記路面μ情報により表される）と現在の車速Vとに基づき、車両の現在の横加速度GYと目標前後加速度GXとが演算される。

【0184】現在の横加速度GYは、現在の車速Vの二乗を車両の現在の旋回半径R（上記曲率半径情報または前記操舵角により取得できる）で割り算した計算値として取得されるか、または、横加速度センサ162の検出値として取得される。

【0185】そのようにして演算された横加速度GYが、路面μの半分（路面μ情報の誤差等を見込んでその路面μより低く設定された設定値の一例である）かまたは限界値（例えば、3.0m/s<sup>2</sup>）を上回っている場合には、現在の目標前後加速度GXが、  

$$\min (\sqrt{((0.8 \cdot \mu \cdot 9.8)^2 - GY^2)}, 3.0)$$

とされる。一方、上回っていない場合には、現在の目標前後加速度GXが、  

$$0$$

とされる。

【0186】ただし、上記のルート記号内の数値が負になり、演算不能である場合には、現在の目標前後加速度GXが、  

$$\text{設定減速度} \text{ (例えば、-1.0m/s<sup>2</sup>)}$$

とされる。

(2) 5ms (演算間隔の一例) 後の状態の演算

40 現在より5ms後の車速V5が次式で推定される。

【0187】 $V5 = V + GX \cdot 0.005$

さらに、5ms後の車両の、現在位置からの進行方向距離L5が、  

$$L5 = V \cdot 0.005$$

なる式により演算される。

【0188】さらにまた、5ms後の車両の横加速度GY5が、車両の現在位置から進行方向距離L5だけ離れた地点の道路曲率半径をR5とすることにより、次式により推定される。

【0189】 $GY5 = V5^2 / R5$

その演算された推定横加速度  $G Y 5$  に基づき、(1)の場合と同様にして、 $5 \text{ ms}$  後の目標前後加速度  $G Y 5$  が決定される。

(3)  $10 \text{ ms}$  後の状態の演算

現在より  $10 \text{ ms}$  後の車速  $V 10$  が次式で推定される。

$$[0190] V 10 = V 5 + G X 5 \cdot 0.005$$

さらに、 $10 \text{ ms}$  後の車両の、現在位置からの進行方向距離  $L 10$  が、

$$L 10 = L 5 + V 5 \cdot 0.005$$

なる式により演算される。

[0191] さらにまた、 $10 \text{ ms}$  後の車両の横加速度  $G Y 10$  が、車両の現在位置から進行方向距離  $L 10$  だけ離れた地点の道路曲率半径を  $R 10$  とすることにより、次式により推定される。

$$[0192] G Y 10 = V 10^2 / R 10$$

その演算された推定横加速度  $G Y 10$  に基づき、(1)の場合と同様にして、 $10 \text{ ms}$  後の目標前後加速度  $G X 10$  が決定される。

(4)  $5 \cdot n \text{ [ms]}$  ( $n$  : 演算サイクル数  $> 3$ ) 後の状態の演算

現在より  $5 \cdot n \text{ [ms]}$  後の車速  $V (5 \cdot n)$  が次式で推定される。

$$[0193] V (5 \cdot n) = V (5 \cdot (n-1)) + G X (5 \cdot (n-1)) \cdot 0.005$$

さらに、 $5 \cdot n \text{ [ms]}$  後の車両の、現在位置からの進行方向距離  $L (5 \cdot n)$  が、

$$L (5 \cdot n) = L (5 \cdot (n-1)) + V (5 \cdot (n-1)) \cdot 0.005$$

なる式により演算される。

[0194] さらにまた、 $5 \cdot n \text{ [ms]}$  後の車両の横加速度  $G Y (5 \cdot n)$  が、車両の現在位置から進行方向距離  $L (5 \cdot n)$  だけ離れた地点の道路曲率半径を  $R (5 \cdot n)$  とすることにより、次式により推定される。

[0195]

$$G Y (5 \cdot n) = V (5 \cdot n)^2 / R (5 \cdot n)$$

その演算された推定横加速度  $G Y (5 \cdot n)$  に基づき、(1)の場合と同様にして、 $5 \cdot n \text{ [ms]}$  後の目標前後加速度  $G X (5 \cdot n)$  が決定される。

(5) 上記の各演算サイクルは、車速  $V (5 \cdot n)$  が 0 になるまで、すなわち、車両が停止するまで繰り返される。そのときの距離  $(5 \cdot n)$  が前記基準停止距離とされる。

[0196] なお付言すれば、各演算サイクルにおいて使用する路面  $\mu$  は、各演算サイクルごとに外部から取り込むことが可能であるが、それほど頻繁には変化しないという事実を考慮し、例えば、演算サイクルの周期より長い設定時間(例えば、1秒、数秒)おきに外部から取り込むことも可能である。

[0197] 以上説明した演算手法によれば、車両が停止するまでの各地点における車速、進行方向距離、前後

10

20

30

40

50

加速度および横加速度がすべて事前に予測されるため、上記基準停止距離の演算という用途のみならず、路面  $\mu$  などによって物理的に決まる車両限界を超えない範囲において、将来のある地点においてある要求を車両が実現するために現在その車両に対して行うべき制御を事前にかつ正確に予測し、それに従ってその車両の車速を制御するという用途にも容易に対応可能となる。

[0198] 信号処理部 244 は、さらに、図 10 に示すように、推奨車速取得部 258 を備えている。これは、通信システム 196 が無線で受信した、車外からの信号に基づき、車両が現在走行しているかまたはこれから走行しようとしている道路について法定された制限速度、一時停止位置等の交通情報を取得し、さらに、その取得された情報に基づき、運転者が交通規則を遵守するために実車速が超えないことが推奨される値を推奨車速として演算する部分である。

[0199] 図 8 に示すように、目標前後加速度演算部 220 は、前記複数の目標前後加速度を演算するため、 $g x 1$  演算部 260 と、 $g x 2$  演算部 262 と、運転補助制御部 264 とを備えている。

[0200]  $g x 1$  演算部 260 は、操作情報取得装置 120 により取得されたアクセル操作ストロークとブレーキ操作力とを選択的に用いて目標前後加速度  $g x 1$  を演算する。

[0201] 具体的には、 $g x 1$  演算部 260 は、アクセル操作ストロークが 0 より大きく、かつ、ブレーキ操作力が 0 である場合(駆動操作時)には、アクセル操作ストローク  $a c c$  に基づき、かつ、例えば図 11 にグラフで示すような関係に従い、目標前後加速度  $g x 1$  を演算する。

[0202] これに対し、ブレーキ操作力が 0 より大きい場合(ブレーキ操作時)には、 $g x 1$  演算部 260 は、ブレーキ操作力  $b_r$  に基づき、かつ、例えば図 12 にグラフで示すような関係に従い、目標前後加速度  $g x 1$  を演算する。

[0203] 一方、 $g x 2$  演算部 262 は、前記推奨走行軌跡と前記路面  $\mu$  情報とに基づき、目標前後加速度  $g x 2$  を演算する。

[0204] この  $g x 2$  演算部 262 においては、前述した、基準停止距離を演算するための前後加速度の演算手法と同じ手法により、推奨走行軌跡のうち基準停止距離に対応する部分につき、各地点において車両に発生させ得る前後加速度が前後加速度  $g x 2$  として決定される。

[0205] 前記運転補助制御部 264 は、本来であれば運転者が行うべき運転操作を代行したり、運転者の運転技量、判断能力、注意力等の不足を補って車両の安全性を向上させることを目的として、前述の複数のアクチュエータ 70 ないし 82 のうち適当なものを選択して自動的に制御するための部分である。

【0206】図13には、運転補助制御部264により実現される機能がブロック図で示されている。以下、具体的に列記する。

(1) 運転代行

・車速・車間距離制御システム270

これは、運転者による設定車速と一致するように実車速を制御するシステムであり、そのような車速制御のために必要な前後加速度を目標前後加速度  $g \times 4$  として演算する。

【0207】この車速・車間距離制御システム270においては、さらに、前方監視レーダ装置190からの信号に基づき、自車両を先行車に追従して減速させたり、設定車速を超えない範囲で先行車に追従して加速させたり、先行車に追従して発進させたり、先行車に追従して停止させる車間距離制御（追従走行制御）も行われる。

【0208】ここで、車速・車間距離制御システム270が目標前後加速度  $g \times 4$  を演算する原理の一例を説明する。

【0209】この車速・車間距離制御システム270においては、前記推奨走行軌跡のうち前記基準停止距離に対応する部分上に先行車または障害物が存在するか否かが判定される。存在する場合には、自車両が将来、先行車または障害物の現在位置に到達することが予想される予想到達時期に自車両の実車速が先行車または障害物の速度（例えば、障害物が土地に固着されている場合には、その速度は零となる）と一致することとなるように自車両を現在車速から減速させることが想定される。

【0210】この車速・車間距離制御システム270においては、そのように想定された減速中、自車両が現時点から上記予想到達時期までの間、設置時間間隔（例えば、5 ms）ごとに、前述した、基準停止距離を演算するための前後加速度の演算手法と同じ手法を用いることにより、各地点における車両の前後加速度が目標前後加速度  $g \times 4$  として決定される。

【0211】すなわち、この目標前後加速度  $g \times 4$  は、先行車または障害物との衝突を回避するために実現する必要性が前後加速度として決定されるのである。

【0212】・推奨車速ガイダンスシステム272

これは、車両の実車速が前記推奨車速から大きく外れないようにアクチュエータを制御するシステムであり、そのような機能の実現に必要な前後加速度を目標前後加速度  $g \times 3$  として演算する。

【0213】この推奨車速ガイダンスシステム272においては、例えば、車両の現在車速が推奨車速より高い場合には、目標前後加速度  $g \times 3$  が減速側の設定値（例えば、 $-2.0 \text{ m/s}^2$ ）として決定される。これに対し、推奨車速とほぼ一致している場合には、 $0 \text{ m/s}^2$  として決定される。また、推奨車速より低い場合には、加速側の設定値（例えば、 $2.0 \text{ m/s}^2$ ）として決定される。

【0214】・自動緊急ブレーキシステム274

これは、前方監視レーダ装置190、前方監視カメラ装置192、通信システム196等からの信号に基づき、車両を緊急に停止させることが必要であるか否かを判定し、その必要がある場合には、車両が停止するようにアクチュエータを制御するシステムであり、そのような機能の実現に必要な前後加速度を目標前後加速度  $g \times 5$  として演算する。

【0215】この自動緊急ブレーキシステム274においては、例えば、車両を緊急に停止させることが必要であると判定した場合には、目標前後加速度  $g \times 5$  が減速側の設定値（例えば、 $-12.0 \text{ m/s}^2$ ）として決定される。これに対し、その必要がない場合には、目標前後加速度  $g \times 5$  が $0$  以上の設定値（例えば、 $2.0 \text{ m/s}^2$ ）として決定される。

【0216】図4に示すように、目標舵角演算部222は、 $\delta 1$  演算部280と運転補助制御部282とを備えている。

(1)  $\delta 1$  演算部280

これは、前記操舵角  $\theta$  に基づいて目標舵角（前輪舵角の目標値） $\delta 1$  を演算する部分である。目標舵角  $\delta 1$  は、操舵角  $\theta$  を固定値としてのステアリングギヤ比で割り算することにより演算したり、車速等の車両状態量に感応する可変値としてのステアリングギヤ比で割り算することにより演算することが可能である。

【0217】なお付言すれば、本実施形態においては、左右前輪とステアリングホイール44とを互いに機械的に連結するステアリングギヤが実在しないが、実在するステアリングギヤが仮想されて前輪舵角  $\delta$  と操舵角  $\theta$  との関係（比）が記述されている。

(2) 運転補助制御部282

これは、主に、本来であれば運転者が行うべき運転操作を代行するために複数のアクチュエータを制御するための部分である。

【0218】図14に示すように、この運転補助制御部282はレーンキープシステム286を備えている。

【0219】このレーンキープシステム206は、車両が前記目標前後加速度  $g \times 4$  のもとに前記推奨走行軌跡をトレースするために実現する必要性が目標舵角  $\delta 2$  を前記基準停止距離の長さにわたって演算するシステムである。

【0220】ここで、レーンキープシステム286が目標舵角  $\delta 2$  を演算する原理の一例を説明する。

【0221】車両が推奨走行軌跡をトレースする各時期における目標車速  $V_d$  は、その演算間隔を  $t_0$  とし、かつ、現在車速を  $V_0$  とすれば、次式で表される。

【0222】 $V_d(n) = V(n-1) + g \times 4 \cdot t_0$   
ただし、「(n)」という添字は、演算回数を表し、車両が前記基準停止距離の長さにわたって走行する間、1ずつインクリメントされる。

【0223】また、車両の各時期  $t$  における位置  $X, Y$  は、原点を  $X_0, Y_0$  とする直交座標系  $X-Y$  上においては、次式で表される。

$$X(t) = X_0 + V \cdot \int \cos(\beta + ya) dt$$

$$Y(t) = Y_0 + V \cdot \int \sin(\beta + ya) dt$$

ただし、

$X$ ：車両横方向に平行な  $X$  軸上の座標値

$Y$ ：車両前後方向に平行な  $Y$  軸上の座標値

$\beta$ ：車体横スリップ角

$ya$ ：車両のヨー角（ヨーレートを時間に関して積分すれば取得できる）

ここに、車体スリップ角  $\beta$  はほぼ 0 であるという前提を適用すると、結局、車両の各時期  $n$  における位置  $X(n), Y(n)$  は、次式で表される。

$$【0224】 X(n) = X(n-1) + V(n) \cdot \cos(ya) \cdot t_0$$

$$Y(n) = Y(n-1) + V(n) \cdot \sin(ya) \cdot t_0$$

これらの式は、前述の車両位置-速度関係の一例を表している。

【0225】また、車両の各時期  $n$  におけるヨー角  $ya(n)$  は、次式で表される。

$$【0226】 ya(n) = ya(n-1) + t_0 \cdot V(n) \cdot \delta(n) / L \cdot (1 + Kh \cdot V(n)^2)$$

ただし、

$\delta$ ：車両舵角すなわち前輪舵角

$Kh$ ：スタビリティファクタ（既知）

$L$ ：車両のホイールベース（既知）

したがって、車両が基準停止距離の長さにわたって走行する間の各時期  $n$  における目標舵角  $\delta_2$  は、路面スラント推定装置 180 により推定された路面スラント角  $s_a$  を考慮すれば、次式で表される。

$$【0227】 \delta(n) = (ya(n) - ya(n-1)) \cdot (1 + Kh \cdot V(n)^2) \cdot L / (t_0 \cdot V(n)) - L \cdot Kh \cdot s_a$$

この式は、車両の挙動を定常的にかつ線形の範囲で記述する 2 輪モデルを表現する式である。その 2 輪モデルは、車両の動的挙動ではなく静的挙動を記述する形式のモデルである。

【0228】なお付言すれば、車両が走行するレーンを推奨走行軌跡上にキープするために必要な操舵角  $\delta$  が例えば 90 度であるというように大きい値であった場合には、レーンキープをレーンキープシステム 286 に依存するのではなく、運転者に依存させた方が適切である。

【0229】しかし、車両走行中に、すぐ次の瞬間ににおいてレーンキープに必要な操舵角  $\delta$  が通常よりかなり大きくなってしまうことが判明したときに突然、レーンキープシステム 286 によるレーンキープ制御をキャンセルするのでは、運転者に不快感を与える可能性がある。

【0230】そこで、車両の将来の走行軌跡をある程度

長い範囲内で予測し、レーンキープのために大きな操舵角  $\delta$  が必要になる時期が将来到来することが判明した時点、すなわち、大きな操舵角  $\delta$  が必要になる時期のかなり手前で、将来、レーンキープ制御がキャンセルされる可能性があることを運転者に警告しておけば、運転者はそのことを覚悟しながら運転することになり、レーンキープ制御の実際のキャンセル時に運転者に不快感を与えるずに済む。

【0231】以上のようにして演算された 5 つの目標前後加減速度  $g \times 1$  ないし  $g \times 5$  は、図 8 に示すように、選択部 224 に供給される。この選択部 224 は、前述のように、それら 5 つの目標前後加速度  $g \times 1$  ないし  $g \times 5$  のうち適当なものを目標前後加速度  $g \times 6$  として選択するが、その選択は予め定められた選択規則に従って行われる。

【0232】この選択規則を設定する際の基本的な考え方次のようにある。

(1) 運転者により車速・車間距離制御スイッチ 146 が操作され、それにより、車速・車間距離制御の実行を行われる。

20 この場合には、駆動操作時であるかブレーキ操作時であるかを問わず、運転者の運転操作が優先されるように目標前後加速度の選択が行われる。

(2) 運転者により推奨車速ガイダンススイッチ 150 が操作され、それにより、推奨車速ガイダンス制御の実行を行われる。

この場合には、駆動操作時とブレーキ操作時とで選択の基準が異なる。

【0233】 a. 駆動操作時

実車速が推奨車速以下であれば、運転者の運転操作が優先されるように目標前後加速度の選択が行われるが、推奨車速より高い場合には、推奨車速が実現されるように目標前後加速度の選択が行われる。

【0234】 b. ブレーキ操作時

実車速が推奨車速以下であるか否かを問わず、運転者の運転操作が優先されるように目標前後加速度の選択が行われる。

(3) 自動緊急ブレーキシステム 274 が車両を緊急に停止させることが必要であると判定した場合

この場合、駆動操作時であっても、車両の緊急停止が実現されるように目標前後加速度の選択が行われる。また、ブレーキ操作時には、運転者のブレーキ操作を反映する減速度と、自動緊急ブレーキシステム 274 が演算した目標前後加速度  $g \times 5$ （この場合には、狭義の減速度を意味する）とのうち、絶対値が大きい方が目標前後加速度  $g \times 6$  として選択される。

【0235】以上、選択規則を概念的に説明したが、以下、具体的に説明する。

(1) 車速・車間距離制御スイッチ 146 が操作され、かつ、推奨車速ガイダンススイッチ 150 も操作されて

いる場合

a. ブレーキ操作力が0より大きいとき

$g x 6 = \min(g x 1, g x 2, g x 3, g x 4, g x 5)$

b. ブレーキ操作力が0であり、かつ、アクセル操作ストロークが0より大きいとき

$g x 6 = \min(\max(g x 1, g x 2, g x 4), g x 3, g x 5)$

c. ブレーキ操作力もアクセル操作ストロークも0であるとき

$g x 6 = \min(g x 2, g x 3, g x 4, g x 5)$

(2) 車速・車間距離制御スイッチ146は操作されているが、推奨車速ガイダンススイッチ150は操作されていない場合

a. ブレーキ操作力が0より大きいとき

$g x 6 = \min(g x 1, g x 2, g x 4, g x 5)$

b. ブレーキ操作力が0であり、かつ、アクセル操作ストロークが0より大きいとき

$g x 6 = \min(\max(g x 1, g x 2, g x 4), g x 5)$

c. ブレーキ操作力もアクセル操作ストロークも0であるとき

$g x 6 = \min(g x 2, g x 4, g x 5)$

ただし、

$\min(\quad)$ ：括弧内における複数の数値のうちの最小値

$\max(\quad)$ ：括弧内における複数の数値のうちの最大値

(3) 車速・車間距離制御スイッチ146は操作されていないが、推奨車速ガイダンススイッチ150は操作されている場合

a. ブレーキ操作力が0より大きいとき

$g x 6 = \min(g x 1, g x 3, g x 5)$

b. ブレーキ操作力が0であり、かつ、アクセル操作ストロークが0より大きいとき

$g x 6 = \min(g x 1, g x 3, g x 5)$

c. ブレーキ操作力もアクセル操作ストロークも0であるとき

$g x 6 = \min(g x 3, g x 5)$

(4) 車速・車間距離制御スイッチ146も推奨車速ガイダンススイッチ150も操作されていない場合

$g x 6 = \min(g x 1, g x 5)$

前述のようにして演算された2つの目標舵角 $\delta 1$ および $\delta 2$ は、図8に示すように、選択部226に供給される。この選択部226は、前述のように、それら2つの目標舵角 $\delta 1$ および $\delta 2$ のうち適当なものを目標舵角 $\delta 3$ として選択するが、その選択は予め定められた選択規則に従って行われる。

【0236】この選択規則の内容は次のようにある。

(1) 運転者によりレーンキープ148が操作されてお

り、かつ、運転者が自ら操舵を行いたいという意思表示がない場合。

この場合には、レーンキープシステム286により演算された目標舵角 $\delta 2$ が目標舵角 $\delta 3$ として選択される。

(2) 運転者によりレーンキープ148が操作されていないか、または、操作されているが、運転者が自ら操舵を行いたいという意思表示がある場合

この場合には、運転者による操舵を直接に反映した目標舵角 $\delta 1$ が目標舵角 $\delta 3$ として選択される。

10 20 【0237】なお付言すれば、この選択部226においては、運転者が自ら操舵を行いたいという意思表示の有無が、前記旋回判定部254からの情報に基づいて判定される。

【0238】以上、上位指令部210の機能を説明したが、図15には、図3における上位指令部用モジュールの内容がフローチャートで概念的に表されている。

【0239】この上位指令部用モジュールにおいては、まず、ステップS1(以下、単に「S1」で表す。他のステップについても同じとする)において、取得装置1

20 20ないし124からの信号が処理される。このS1は、3つの信号処理部240ないし244を構成している。

【0240】次に、S2において、前述の目標前後加速度 $g x 1$ が演算される。このS2は、 $g x 1$ 演算部260を構成している。続いて、S3において、前述の目標前後加速度 $g x 2$ が演算される。このS3は、 $g x 2$ 演算部262を構成している。その後、S4において、前述の目標前後加速度 $g x 3$ ないし $g x 5$ が演算される。このS4は、運転補助制御部264を構成している。

【0241】続いて、S5において、それら5つの目標前後加減速度 $g x 1$ ないし $g x 5$ のうちの1つが前述の目標前後加減速度 $g x 6$ として選択される。このS5は、選択部224を構成している。

【0242】その後、S6において、前述の目標舵角 $\delta 1$ が演算される。このS6は、 $\delta 1$ 演算部280を構成している。続いて、S7において、前述の目標舵角 $\delta 2$ が演算される。このS7は、運転補助制御部282を構成している。

【0243】その後、S8において、それら2つの目標舵角 $\delta 1$ および $\delta 2$ のうちの1つが前述の目標舵角 $\delta 3$ として選択される。このS8は、選択部226を構成している。

【0244】以上で、この上位指令部用モジュールの一回の実行が終了する。

【0245】図16には、図4に示す下位指令部212のソフトウェア構成が機能に着目して分類されてブロック図で示されている。

【0246】下位指令部212は、次の部分を含むよう構成されている。

(1) 車両状態量推定部300

これは、運転情報取得装置120、車両情報取得装置122および環境情報取得装置124からの信号に基づき、車両の状態量を既知の原理に従って推定する部分である。

【0247】この車両状態量推定部300においては、各車輪10の車輪速度、車体の横加速度、ヨーレート等に基づき、車速V、車両が走行している道路の路面 $\mu$ 、車体スリップ角 $\beta$ 、前輪スリップ角 $\alpha_f$ 、後輪スリップ角 $\alpha_r$ 等の車両状態量が推定される。推定された車両状態量のうち必要なものは随時、上位指令部210により参照可能となっている。

【0248】この車両状態量推定部300においては、例えば、車速Vが、よく知られているように、4つの車輪10のうち車輪速度が最大であるものの車輪速度が真的車速に一致する可能性が高いという事実に基づいて推定される。

【0249】また、この車両状態量推定装置300においては、例えば、路面 $\mu$ が、実ヨーレートの目標ヨーレートからの偏差であるヨーレートが設定値を超えたときにおける車両の実前後加速度と実横加速度とに基づいて推定される。

【0250】一般に、タイヤのコーナリング特性が線形領域から非線形領域に移行した時点においては、タイヤと路面との間における摩擦係数がピーク値に到達した可能であり、そのピーク値は路面 $\mu$ を反映していると考えられる。

【0251】一方、目標ヨーレートを線形2輪モデルのもとに演算すれば、上記ヨーレート偏差が設定値を超ることは結局、タイヤのコーナリング特性が線形領域から非線形領域に移行することを意味する。

【0252】このような知見に基づき、本実施形態においては、路面 $\mu$ が、上記ヨーレート偏差が設定値を超えたときにおける車両の実前後加速度と実横加速度とに基づいて推定される。

【0253】具体的には、路面 $\mu$ は、上記ヨーレート偏差が設定値を超えたときにおける車両の実前後加速度の二乗と実横加速度の二乗との和の平方根として演算される。

【0254】また、この車両状態量推定部300においては、例えば、車体スリップ角 $\beta$ が、特許第2962025号公報に記載されているように、車両の横すべり運動とヨー運動とを含む平面運動を表す車両モデルを用いることにより、横加速度、車速、ヨーレート等に基づいて推定される。この車両モデルは、車両の動的挙動を記述する車両モデルの一例である。

## (2) 目標車両状態量演算部302

これは、運転情報、車両の実状態量等に基づき、車両の目標ヨーレート $y_{rd}$ と目標車体スリップ角 $\beta_d$ とをそれぞれ目標車両状態量として演算する部分である。

## 【0255】そのため、目標車両状態量演算部302

は、図17に示すように、目標ヨーレート演算部310と目標車体スリップ角演算部312とを備えている。

【0256】目標ヨーレート演算部310においては、目標ヨーレート $y_{rd}$ が、例えば、推定車速Vと目標舵角 $\delta_3$ とに基づき、次式を用いて演算される。

$$y_{rd} = V \cdot \delta_3 / ((1 + K_h \cdot V^2) \cdot L)$$

これに対し、目標車体スリップ角演算部312においては、目標車体スリップ角 $\beta_d$ が、例えば、推定車速Vと目標舵角 $\delta_3$ とに基づき、次式を用いて演算される。

$$10 \quad \beta_d = (1 - ((m \cdot L_f \cdot V^2) / (2 \cdot L \cdot L_r \cdot K_r))) \cdot L_r \cdot \delta_3 / ((1 + K_h \cdot V^2) \cdot L)$$

ただし、

$m$ ：車両重量（既知）

$L_f$ ：前輪車軸から車両重心点までの距離（既知）

$L_r$ ：後輪車軸から車両重心点までの距離（既知）

$K_r$ ：後輪のコーナリングスティフェネス（既知）

## (3) 制御量演算部304

これは、目標車両状態量演算部302により演算された目標車両状態量を実現するために複数のアクチュエータ70ないし82のうち必要なものを制御すべき制御量を、車両の挙動の安定性が低下しないように演算する部分である。

【0257】この制御量演算部304は、車両の実状態量および目標状態量等に基づき、車体についての目標ヨーモーメント $M_d$ と最終的な目標前後加速度 $g_{xd}$ と目標横加速度 $g_{yd}$ とをそれぞれ制御量として演算する。

【0258】そのため、制御量演算部304は、図18に示すように、目標ヨーモーメント演算部320と目標前後加速度演算部324と目標横加速度演算部326とを備えている。

## 【0259】・目標ヨーモーメント演算部320

この目標ヨーモーメント演算部320においては、車体に追加的に発生させられる目標ヨーモーメント $M_d$ （絶対値ではなく相対値である）が、例えば、実車体スリップ角 $\beta$ 、目標車体スリップ角 $\beta_d$ 、実ヨーレート $y_{tr}$ および目標ヨーレート $y_{rd}$ に基づき、次式を用いて演算される。

$$M_d = a \cdot (\beta - \beta_d) + b \cdot (y_{tr} - y_{rd})$$

ただし、

$a$ ：固定値または車速Vと路面 $\mu$ とに応じて変化する可変値であり、符号は正

$b$ ：固定値または車速Vと路面 $\mu$ とに応じて変化する可変値であり、符号は負・目標前後加速度演算部324

この目標前後加速度演算部324においては、上位指令部210から供給された目標前後加速度 $g_{xd}$ が、車両の挙動が不安定である場合には車両の加速傾向が減少する（加速度が減少するか、加速から減速に転ずるか、減速度が増加する）ように補正され、その補正により、最終的な目標前後加速度 $g_{xd}$ が演算される。

50 【0260】この目標前後加速度演算部324において

は、目標前後加速度  $g_{x6}$  を補正するための補正量  $g_{Plus}$  が決定される。補正量  $g_{Plus}$  は、本実施形態においては、目標前後加速度  $g_{x6}$  に加算されることにより、それを補正する値とされている。補正量  $g_{Plus}$  は、車両を減速させるべく目標前後加速度  $g_{x6}$  を減少させたい場合には、負の値をとり、逆に、車両を加速させるべく目標前後加速度  $g_{x6}$  を増加させたい場合には、正の値をとる。

【0261】本実施形態においては、具体的に、図19に示すように、実ヨーレート  $y_r$  の目標ヨーレート  $y_{rd}$  からの偏差であるヨーレート偏差  $\Delta y_r$  の絶対値に応じて、補正量  $g_{Plus}$  の暫定値  $g_{Plus0}$  が決定される。この暫定値  $g_{Plus0}$  は、例えば、ヨーレート偏差  $\Delta y_r$  (度/秒) の絶対値が増加するにつれて絶対値が増加する負の値として定義することが可能である。

【0262】この目標前後加速度演算部324においては、そのようにして決定された暫定値  $g_{Plus0}$  を補正するために掛け算されるゲイン  $VGain$  が決定される。このゲイン  $VGain$  は、例えば、車速  $V$  が増加するにつれて最大値である1まで増加する値として定義することが可能である。

【0263】この目標前後加速度演算部324においては、前述のようにして決定された暫定値  $g_{Plus0}$  に、上述のようにして決定されたゲイン  $VGain$  が掛け算されることにより、最終的な補正量  $g_{Plus}$  が演算される。

【0264】この目標前後加速度演算部324においては、その演算された補正量  $g_{Plus}$  が目標前後加速度  $g_{x6}$  に加算されることにより、最終的な目標前後加速度  $g_{xd}$  が演算されるのであるが、本実施形態においては、図20に示すように、車両加速時に限り、可変の減少率  $g_k$  (%) で減少させられる。さらに、本実施形態においては、同図に示すように、目標前後加速度  $g_{xd}$  が路面  $\mu$  に相当する前後加速度を超えないように制限される。この制限は、車両駆動時に駆動輪のスピンドル傾向が増加することを抑制するトラクション制御に相当する。

【0265】上記減少率  $g_k$  は、本実施形態においては、目標ヨーモーメント  $M_d$  とヨーレート偏差  $\Delta y_r$  とに基づいて演算される。具体的には、ヨーレート偏差  $\Delta y_r$  は考慮しないで目標ヨーモーメント  $M_d$  の観点から決定された暫定的な減少率  $g_k$  と、目標ヨーモーメント  $M_d$  を考慮しないでヨーレート偏差  $\Delta y_r$  の観点から決定された暫定的な減少率  $g_k$  とのうち大きい方が最終的な減少率  $g_k$  とされる。

【0266】ところで、目標前後加速度  $g_{x6}$  を減少させて目標前後加速度  $g_{xd}$  を得、それが実現されるように車両を減速させた後に、目標前後加速度  $g_{xd}$  を目標前後加速度  $g_{x6}$  に復帰させることが必要になった場合、目標前後加速度  $g_{xd}$  を直ちに復帰させたのでは、車両の挙動に急峻な変化が生じる可能性がある。

【0267】そこで、本実施形態においては、目標前後加速度  $g_{xd}$  の復帰勾配が制限される。すなわち、減少率  $g_k$  は、それが0でない値に設定された後、0に更新されようとする場合には、ある時間(例えば、1秒)をかけて緩やかに0に更新されるように変化させられるのである。

【0268】具体的には、本実施形態においては、図21に示すように、目標ヨーモーメント  $M_d$  に応じて増加するように減少率  $g_k$  が決定され、続いて、路面  $\mu$  と車速  $V$  とに対応するゲイン  $Gain$  が決定される。その決定されたゲイン  $Gain$  が、上記決定された減少率  $g_k$  に掛け算され、それにより、目標ヨーモーメント  $M_d$  に対応する暫定的な減少率  $g_k$  が演算される。

【0269】さらに、本実施形態においては、図21に示すように、ヨーレート偏差  $\Delta y_r$  に応じて増加するように減少率  $g_k$  が決定され、それにより、ヨーレート偏差  $\Delta y_r$  に対応する暫定的な減少率  $g_k$  が演算される。

【0270】その後、本実施形態においては、図21に示すように、以上演算された2つの暫定的な減少率  $g_k$  のうち大きい方が選択される。続いて、その減少率  $g_k$  に対し、前述の復帰勾配制限が行われ、それにより、最終的な減少率  $g_k$  が演算されることになる。

【0271】・目標横加速度演算部326

この目標横加速度演算部326は、目標ヨーレート  $y_r$  と車速  $V$  とに基づいて目標横加速度  $g_{yd}$  を演算する。

【0272】この目標横加速度演算部326は、例えば、次式を用いて目標横加速度  $g_{yd}$  を演算する。

【0273】 $g_{rd} = y_{rd} \cdot V$

以上、下位指令部212の機能を説明したが、図22には、図3における下位指令部用モジュールの内容がフローチャートで概念的に表されている。

【0274】この下位指令部用モジュールにおいては、まず、S31において、前述の車両状態量が推定される。このS31は、車両状態量推定部300を構成している。

【0275】次に、S32において、前述の目標ヨーレート  $y_{rd}$  が演算される。このS32は、目標ヨーレート演算部310を構成している。続いて、S33において、前述の目標車体スリップ角  $\beta_d$  が演算される。このS33は、目標車体スリップ角演算部312を構成している。

【0276】その後、S34において、前述の目標ヨーモーメント  $M_d$  が演算される。このS34は、目標ヨーモーメント演算部320を構成している。続いて、S35において、前述の目標前後加速度  $g_{xd}$  が演算される。このS35は、目標前後加速度演算部324を構成している。その後、S36において、前述の目標横加速度  $g_{yd}$  が演算される。このS36は、目標横加速度演算部326を構成している。

【0277】以上で、この下位指令部用モジュールの1回の実行が終了する。

【0278】図23には、図4に示す実行部214のソフトウェア構成が機能に着目して階層化されてブロック図で示されている。

【0279】実行部214は、次の部分を含むように構成されている。

#### A. 上位分配部340

この上位分配部340は、複数のアクチュエータ70ないし82の全体に関して設けられ、下位指令部212から供給された目標車両状態量M<sub>d</sub>, g<sub>x d</sub>, g<sub>y d</sub>を実現するために全アクチュエータ70ないし82を制御すべき制御量を全アクチュエータ70ないし82に関して統合的に分配する部分である。

【0280】この上位分配部340においては、全アクチュエータ70ないし82による制御量（以下、「全体制御量」という）が3つに分配される。それら3つとは、次のものである。

##### (1) 前後力関連分配量

これは、全体制御量を、各車輪10の前後力を制御する要素、すなわち、エンジン14およびトランスミッション24を含むパワートレインとブレーキ56との組合せに分配する量である。

##### (2) 上下力関連分配量

これは、全体制御量を、各車輪10の上下力を制御する要素、すなわち、サスペンション62に分配する量である。

##### (3) 横力関連分配量

これは、全体制御量を、各車輪10の横力を制御する要素、すなわち、フロントステアリング装置50とリヤステアリング装置52とを含むステアリング系に分配する量である。

#### B. 下位分配部342

この下位分配部342は、複数のアクチュエータ70ないし82のうちの一部に関して設けられ、上位分配部340から供給された制御量をその一部のアクチュエータに分配する部分である。

【0281】この下位分配部342は、本実施形態においては、パワートレインとブレーキ56との組合せに関連して設けられている。この下位分配部342は、上位分配部340から供給された前後力関連分配量をパワートレインに分配するパワートレイン関連分配量とブレーキ56に分配するブレーキ関連分配量とを決定する。

#### C. 制御部344

この制御部344は、上位分配部340または下位分配部342から供給された制御量が実現されるように複数のアクチュエータ70ないし82を制御する部分である。

【0282】以上説明した上位分配部340、下位分配部342および制御部344は、それぞれ、ソフトウェ

10

20

30

40

40

50

ア構成上互いに独立した複数のモジュールをコンピュータ90に実行させることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現する。したがって、図3に示すように、ROM94には、上位分配部用モジュールと、下位分配部用モジュールと、制御部用モジュールとが互いに独立して記憶されている。

【0283】以上、上位分配部340、下位分配部342および制御部344のソフトウェア構成を概略的に説明したが、以下、具体的に説明する。

##### (1) 上位分配部340

この上位分配部340は、図24に示すように、目標タイヤ前後力演算部370と、目標ステアリング制御量演算部372と、目標サスペンション制御量演算部374とを含むように構成されている。

【0284】目標タイヤ前後力演算部370においては、目標個別前後力f<sub>x</sub>が目標タイヤ前後力（前記前後力関連分配量）として演算される。

【0285】図25には、目標タイヤ前後力演算部370の実行内容がフローチャートで概念的に表されている。

【0286】まず、S51において、4つの車輪10の全体において実現されるべき目標全体前後力F<sub>x</sub>が演算される。この演算は、例えば、次式を用いて行われる。

$$F_x = g \cdot x \cdot d \cdot m$$

ただし、「m」は車両質量を表す。

【0288】次に、S52において、その演算された目標全体前後力F<sub>x</sub>を各車輪10に分配するために各車輪10ごとに実現されるべき暫定目標個別前後力が演算される。

【0289】この演算は、例えば、目標全体前後力F<sub>x</sub>を各車輪10が負担する率をそれら4つの車輪10間で均一にするという前提のもと、各車輪10の摩擦円の大きさに比例して目標全体前後力F<sub>x</sub>が各車輪10に分配されるように行なうことが可能である。

【0290】左前輪、右前輪、左後輪および右後輪のそれぞれの摩擦円の大きさは、左前輪、右前輪、左後輪および右後輪のそれぞれの上下力をf<sub>z f l</sub>、f<sub>z f r</sub>、f<sub>z r l</sub>、f<sub>z r r</sub>で表せば、 $\mu f l \cdot f z f l$ 、 $\mu f r \cdot f z f r$ 、 $\mu r l \cdot f z r l$ 、 $\mu r r \cdot f z r r$ で表すことができる。

【0291】この場合、左前輪、右前輪、左後輪および右後輪のそれぞれの暫定目標個別前後力f<sub>x f l</sub>、f<sub>x f r</sub>、f<sub>x r l</sub>、f<sub>x r r</sub>は、次式で求められる。

##### 【0292】

$$f_{x f l} = F_x \cdot (\mu f l \cdot f z f l) / (m \cdot B)$$

$$f_{x f r} = F_x \cdot (\mu f r \cdot f z f r) / (m \cdot B)$$

$$f_{x r l} = F_x \cdot (\mu r l \cdot f z r l) / (m \cdot B)$$

$$f_{x r r} = F_x \cdot (\mu r r \cdot f z r r) / (m \cdot B)$$

ただし、

m: 車両の質量

g: 重力加速度

$$B: \mu f_l \cdot f_z f_l + \mu f_r \cdot f_z f_r + \mu r_l \cdot f_z r_l + \mu r_r \cdot f_z r_r$$

以上説明した暫定目標個別前後力  $f_x f_l 0$ 、 $f_x f_r 0$ 、 $f_x r_l 0$ 、 $f_x r_r 0$ を演算するのに必要な項、すなわち、左前輪、右前輪、左後輪および右後輪の上下力  $f_z f_l$ 、 $f_z f_r$ 、 $f_z r_l$ 、 $f_z r_r$ は、例えば、次式を用いて演算することが可能である。

【0293】  $f_z f_l = f_z f_0 + m \cdot (-g_x \cdot H/L/2 - g_y \cdot H \cdot f_{r011}/T)$

$$f_z f_r = f_z f_0 + m \cdot (-g_x \cdot H/L/2 + g_y \cdot H \cdot f_{r011}/T)$$

$$f_z r_l = f_z r_0 + m \cdot (g_x \cdot H/L/2 - g_y \cdot H \cdot (1 - f_{r011})/T)$$

$$f_z r_r = f_z r_0 + m \cdot (g_x \cdot H/L/2 + g_y \cdot H \cdot (1 - f_{r011})/T)$$

ただし、

m: 車両質量(既知)

H: 重心高(既知)

L: 車両のホイールベース ( $= L_f + L_r$ )

$f_{r011}$ : 0以上1以下の値をとるフロントロール剛性値(後述の目標サスペンション制御量演算部374から取得される)

T: 車両のトレッド(既知)

$$f_z f_0: 車両荷重の各前輪への静的配分 (= m \cdot L_r / L/2)$$

$$f_z r_0: 車両荷重の各後輪への静的配分 (= m \cdot L_f / L/2)$$

L<sub>f</sub>: 前輪車軸から車両重心点までの距離L<sub>r</sub>: 後輪車軸から車両重心点までの距離

因みに、左前輪、右前輪、左後輪および右後輪の横力  $f_y f_l$ 、 $f_y f_r$ 、 $f_y r_l$ 、 $f_y r_r$ は、例えば、横加速度  $g_y$ 、ヨー角加速度  $d_y r$ (ヨーレートを時間に關して微分することにより取得できる)、各車輪10の上下力  $f_z f_l$ 、 $f_z f_r$ 、 $f_z r_l$ 、 $f_z r_r$ 等に基づき、次式を用いて演算することが可能である。

【0294】  $f_y f_l = (m \cdot g_y \cdot L_r + I \cdot d_y r) \cdot f_z f_l / (L \cdot (f_z f_l + f_z f_r))$

$$f_y f_r = (m \cdot g_y \cdot L_r + I \cdot d_y r) \cdot f_z f_r / (L \cdot (f_z f_l + f_z f_r))$$

$$f_y r_l = (m \cdot g_y \cdot L_f - I \cdot d_y r) \cdot f_z r_l / (L \cdot (f_z r_l + f_z r_r))$$

$$f_y r_r = (m \cdot g_y \cdot L_f - I \cdot d_y r) \cdot f_z r_r / (L \cdot (f_z r_l + f_z r_r))$$

ただし、「I」は、車両のヨー慣性モーメント(既知)を表す。

【0295】 その後、図25のS53において、上記のようにして演算された暫定目標個別前後力  $f_x 0$ を車両において実現した場合にその車両に追加的に生じること

が予想されるヨーモーメントがヨーモーメント変化量として演算される。

【0296】 以下、そのヨーモーメント変化量を演算する手法を説明するが、車両において実現すべき暫定目標個別前後力  $f_x 0$ が制動力である場合を例にとり説明し、駆動力である場合については同様であるため説明を省略する。

【0297】 左前輪、右前輪、左後輪および右後輪に制動力を付与したことに伴うヨーモーメント変化量  $M_f 1$ 、 $M_f r$ 、 $M_r 1$ 、 $M_r r$ は、各車輪10の制動力と横力との合力が、その上下力に応じて半径が変化する摩擦円に到達しない状態と、到達した状態とに分けて演算される。

【0298】 その演算手法を、前記合力が摩擦円に到達した状態を例にとり代表的に説明する。

【0299】 各車輪10の制動力によるヨーモーメント変化量  $M_f 1$ 、 $M_f r$ 、 $M_r 1$ 、 $M_r r$ は、その制動力によるダイレクトモーメントによるヨーモーメント変化量  $M_x f_l$ 、 $M_x f_r$ 、 $M_x r_l$ 、 $M_x r_r$ と、各車輪10の

20 横力減少に伴うヨーモーメント変化量  $M_y f_l$ 、 $M_y f_r$ 、 $M_y r_l$ 、 $M_y r_r$ と、摩擦円半径の変化に伴う各車輪10の横力変化に伴うヨーモーメント変化量  $M_z f_l$ 、 $M_z f_r$ 、 $M_z r_l$ 、 $M_z r_r$ との和に等しい。

【0300】 ここに、ヨーモーメント変化量  $M_z f_l$ 、 $M_z f_r$ 、 $M_z r_l$ 、 $M_z r_r$ は、車両において荷重移動が起これば、各車輪10の摩擦円の半径が変化し、その変化によって各車輪10の横力も変化し、その変化によってヨーモーメント変化量が変化するという現象を反映した値である。

30 【0301】 具体的には、ヨーモーメント変化量  $M_x f_l$ 、 $M_x f_r$ 、 $M_x r_l$ 、 $M_x r_r$ は、例えば、次式により演算される。

【0302】 制動力によるダイレクトヨーモーメントは、

$$M_x f_l = T \cdot f_x f_l / 2$$

$$M_x f_r = -T \cdot f_x f_r / 2$$

$$M_x r_l = T \cdot f_x r_l / 2$$

$$M_x r_r = -T \cdot f_x r_r / 2$$

また、制動力によって横力が減少することによるヨーモーメント変化量  $M_y f_l$ 、 $M_y f_r$ 、 $M_y r_l$ 、 $M_y r_r$ は、例えば、次式により演算される。

$$【0303】 M_y f_l = -L_f \cdot (\mu \cdot A f_l - \sqrt{(\mu^2 \cdot A f_l^2 - f_x f_l^2)})$$

$$M_y f_r = -L_f \cdot (\mu \cdot A f_r - \sqrt{(\mu^2 \cdot A f_r^2 - f_x f_r^2)})$$

$$M_y r_l = L_r \cdot (\mu \cdot A r_l - \sqrt{(\mu^2 \cdot A r_l^2 - f_x r_l^2)})$$

$$M_y r_r = L_r \cdot (\mu \cdot A r_r - \sqrt{(\mu^2 \cdot A r_r^2 - f_x r_r^2)})$$

50 ただし、

$A_{f1} : f_{zf1} + H \cdot f_{xf1} / (2 \cdot L)$   
 $A_{fr} : f_{zfr} + H \cdot f_{xfr} / (2 \cdot L)$   
 $A_{rl} : f_{zrl} + H \cdot f_{xrl} / (2 \cdot L)$   
 $A_{rr} : f_{zrr} + H \cdot f_{xrr} / (2 \cdot L)$   
 また、制動力によって前後荷重移動が起こり、摩擦円の半径が変化することによるヨーモーメント変化量  $M_{zf1}$ 、 $M_{zfr}$ 、 $M_{zrl}$ 、 $M_{zrr}$  は、例えば、次式により演算される。

## 【0304】

$$\begin{aligned}
 M_{zf1} &= L_f \cdot \mu \cdot H \cdot f_{xf1} / (2 \cdot L) \\
 M_{zfr} &= L_f \cdot \mu \cdot H \cdot f_{xfr} / (2 \cdot L) \\
 M_{zrl} &= L_r \cdot \mu \cdot H \cdot f_{xrl} / (2 \cdot L) \\
 M_{zrr} &= L_r \cdot \mu \cdot H \cdot f_{xrr} / (2 \cdot L)
 \end{aligned}$$

そして、合計値としてのヨーモーメント変化量  $M_{f1}$ 、 $M_{fr}$ 、 $M_{rl}$ 、 $M_{rr}$  は、次式で表される。

$$\begin{aligned}
 【0305】 M_{f1} &= M_{xf1} + M_{yf1} + M_{zf1} \\
 M_{fr} &= M_{xfr} + M_{yfr} + M_{zfr} \\
 M_{rl} &= M_{xrl} + M_{yrl} + M_{zrl} \\
 M_{rr} &= M_{xrr} + M_{yrr} + M_{zrr}
 \end{aligned}$$

続いて、図25のS54において、その演算されたヨーモーメント変化量と、前記目標ヨーモーメント  $M_d$ との大小関係に基づき、必要に応じて暫定目標個別前後力  $f_{x0}$  が補正されることにより、最終目標個別前後力  $f_x$  が各車輪10ごとに演算される。

【0306】本実施形態においては、目標ヨーモーメント  $M_d$  の絶対値が設定値（例えば、300Nm）を超えない場合には、その目標ヨーモーメント  $M_d$  が基本的に各車輪10の回転角度制御（例えば、ト一角、キャンバ角等の車輪転舵パラメータを制御する）によって実現され、設定値を超えている場合には、超えない分は各車輪10の回転角度制御、超えた分は各車輪10の前後力制御（ブレーキ56による制動力、エンジンブレーキによる制動力、パワートレインによる駆動力を制御する）によってそれぞれ実現される。

【0307】したがって、S54においては、正確には、暫定目標個別前後力  $f_{x0}$  の補正が、前記演算されたヨーモーメント変化量と、前記目標ヨーモーメント  $M_d$  のうち各車輪10の前後力制御によって実現されるべき部分との大小関係に基づいて行われることになる。ただし、疑義を生じさせないと思われる範囲内で、説明の便宜上、目標ヨーモーメント  $M_d$  のうち各車輪10の前後力の左右差によって発生させるべき部分を単に目標ヨーモーメント  $M_d$  という。ただし、目標ヨーモーメント  $M_d$  は、車両の旋回を助長する向きが正となるように定義される。

【0308】S54においては、具体的には、演算されたヨーモーメント変化量が目標ヨーモーメント  $M_d$  と一致する場合には、各車輪10の暫定目標個別前後力  $f_x$  0 がそのまま最終目標個別前後力  $f_x$  とされる。

【0309】これに対し、演算されたヨーモーメント変

化量が目標ヨーモーメント  $M_d$  に足りない場合には、左右後輪のうちの旋回内輪について制動力を  $\Delta f_x$  増加させる一方、左右前輪のうちの旋回外輪について制動力を  $\Delta f_x$  減少させることによって目標ヨーモーメント  $M_d$  を達成しようとする。そして、そのための  $\Delta f_x$  が演算される。

【0310】この場合、暫定目標個別前後力  $f_{x0}$ （正面駆動力、負で制動力を表す）が、左右後輪のうちの旋回内輪については  $\Delta f_x$  減少させられ、左右前輪のうちの旋回外輪について  $\Delta f_x$  増加させられることにより、最終目標個別前後力  $f_x$  が演算される。それら以外の車輪については、暫定目標個別前後力  $f_{x0}$  がそのまま最終目標個別前後力  $f_x$  とされる。

【0311】また、演算されたヨーモーメント変化量が目標ヨーモーメント  $M_d$  を超える場合には、左右前輪のうちの旋回外輪について制動力を  $\Delta f_x$  増加させる一方、左右後輪のうちの旋回内輪について制動力を  $\Delta f_x$  減少させることによって目標ヨーモーメント  $M_d$  を達成しようとする。そして、そのための  $\Delta f_x$  が演算される。

【0312】この場合、暫定目標個別前後力  $f_{x0}$  が、左右前輪のうちの旋回外輪については  $\Delta f_x$  減少させられ、左右後輪のうちの旋回内輪について  $\Delta f_x$  増加させられることにより、最終目標個別前後力  $f_x$  が演算される。それら以外の車輪については、暫定目標個別前後力  $f_{x0}$  がそのまま最終目標個別前後力  $f_x$  とされる。

【0313】以上の説明から明らかのように、本実施形態によれば、目標個別前後力の合計値すなわち目標全体前後力を維持しつつ、目標ヨーモーメント  $M_d$  を達成することが可能となる。

【0314】図24に示す目標ステアリング制御量演算部372においては、目標前輪スリップ角  $\alpha_{fd}$  と目標後輪スリップ角  $\alpha_{rd}$  とが目標ステアリング制御量（前記横力関連分配量）として演算される。

【0315】ここに、目標前輪スリップ角  $\alpha_{fd}$  も目標後輪スリップ角  $\alpha_{rd}$  も、前輪または後輪の現在スリップ角からの変化量を意味する相対値を意味している。

【0316】この目標ステアリング制御量演算部372においては、そのステアリング制御によって車両に発生させられるヨーモーメントが目標ヨーモーメント  $M_d$  の前記設定値を超えないように、目標前輪スリップ角  $\alpha_{fd}$  と目標後輪スリップ角  $\alpha_{rd}$  とが、例えば、実ヨーレート  $y_r$  と目標ヨーレート  $y_{rd}$  との差に基づいて演算される。

【0317】本実施形態においては、目標前輪スリップ角  $\alpha_{fd}$  が次式を用いて演算される。

$$【0318】 \alpha_{fd} = k_f \cdot (y_r - y_{rd})$$

ただし、「 $k_f$ 」は正の定数である。

【0319】また、本実施形態においては、目標後輪スリップ角  $\alpha_{rd}$  が次式を用いて演算される。

【0320】  $\alpha_r d = k_r \cdot (y_r - y_{r d})$

ただし、「 $k_r$ 」は負の定数である。

【0321】 図24に示す目標サスペンション制御量演算部374においては、各前輪と各後輪とのそれぞれにつき、目標ばね定数と、目標アブソーバ減衰係数と、目標ロール剛性とが目標サスペンション制御量（前記上下力関連分配量）として演算される。

【0322】 各前輪の目標ばね定数は、例えば、次式を用いて演算される。

【0323】  $K_{fb0} + K_{fb1} \cdot \sqrt{(g_x d^2 + g_y d^2)} - K_{fb2} \cdot DF$

ただし、

$K_{fb0}$ 、 $K_{fb1}$ 、 $K_{fb2}$ ：定数

DF：ドリフトパラメータ（車両のヨー運動が異常である強さが強いほど絶対値が増加するとともに、その異常の種類がドリフトアウトである場合には正の値、スピントである場合には負の値を持つパラメータ）

このドリフトステイトパラメータDFは、例えば、実ヨーレート $y_r$ の目標ヨーレート $y_{rd}$ からの偏差と実ヨーレート $y_r$ の符号との積として演算することが可能である。

【0324】 各前輪の目標アブソーバ減衰係数は、例えば、次式を用いて演算される。

【0325】  $K_{fc0} + K_{fc1} \cdot \sqrt{(g_x d^2 + g_y d^2)} - K_{fc2} \cdot DF$

ただし、

$K_{fc0}$ 、 $K_{fc1}$ 、 $K_{fc2}$ ：定数

各前輪の目標ロール剛性値 $f_{rol1}$ は、例えば、次式を用いて演算される。

【0326】  $K_{fr0} + K_{fr1} \cdot \sqrt{(g_x d^2 + g_y d^2)} - K_{fr2} \cdot DF$

ただし、

$K_{fr0}$ 、 $K_{fr1}$ 、 $K_{fr2}$ ：定数

演算された目標ロール剛性値 $f_{rol1}$ は、前述のように、目標タイヤ前後力演算部370に供給され、各車輪10の上下力 $f_z$ を演算するのに使用される。

【0327】 各後輪の目標ばね定数は、例えば、次式を用いて演算される。

【0328】  $K_{rb0} + K_{rb1} \cdot \sqrt{(g_x d^2 + g_y d^2)} - K_{rb2} \cdot DF$

ただし、

$K_{rb0}$ 、 $K_{rb1}$ 、 $K_{rb2}$ ：定数

各後輪の目標アブソーバ減衰係数は、例えば、次式を用いて演算される。

【0329】  $K_{rc0} + K_{rc1} \cdot \sqrt{(g_x d^2 + g_y d^2)} - K_{rc2} \cdot DF$

ただし、

$K_{rc0}$ 、 $K_{rc1}$ 、 $K_{rc2}$ ：定数

各後輪の目標ロール剛性値 $r_{rol1}$ は、例えば、次式を用いて演算される。

【0330】  $K_{rr0} + K_{rr1} \cdot \sqrt{(g_x d^2 + g_y d^2)} - K_{rr2} \cdot DF$

ただし、

$K_{rr0}$ 、 $K_{rr1}$ 、 $K_{rr2}$ ：定数

以上、上位分配部340の機能を説明したが、図26には、図3における上位分配部用モジュールの内容がフローチャートで概念的に表されている。

【0331】 この上位分配部用モジュールにおいては、まず、S71において、前述の目標タイヤ前後力が演算される。このS71は、目標タイヤ前後力演算部370を構成している。

【0332】 次に、S72において、前述の目標ステアリング制御量が演算される。このS72は、目標ステアリング制御量演算部372を構成している。続いて、S73において、前述の目標サスペンション制御量が演算される。このS73は、目標サスペンション制御量演算部374を構成している。

【0333】 以上で、この上位分配部用モジュールの一回の実行が終了する。

#### (2) 下位分配部342

この下位分配部342は、上位分配部340において決定された各車輪10の最終目標個別前後力 $f_x$ が実現されるように、それに対応する制御量をエンジン14、トランスマッキション24およびブレーキ56に分配する部分である。

【0334】 この下位分配部342は、図24に示すように、目標トランスマッキション出力トルク演算部380と、目標ブレーキトルク演算部382と、路面 $\mu$ 推定部384とを備えている。

【0335】 a. 目標トランスマッキション出力トルク演算部380

本実施形態においては、左右前輪は転動輪、左右後輪は駆動輪とされている。したがって、最終個別前後力（以下、単に「目標前後力」という） $f_x$ が車両加速力である場合には、左右後輪についてのみ、下位のパワートレイン制御部400に対して指令すべき目標トランスマッキション出力トルクが決定される。

【0336】 しかも、目標トランスマッキション出力トルクは、トランスマッキション24の出力トルクがデファレンシャル28により左右後輪に均等に分配されることと、トランスマッキション24の出力トルクを制御可能な範囲に限界があることとを考慮して決定される。

【0337】 具体的には、まず、出力トルクの制御可能範囲を考慮しない暫定的な目標トランスマッキション出力トルク $t_{td0}$ が、次式により演算される。

【0338】

$t_{td0} = \max(f_{xrl}, f_{xrr}) \cdot 2 \cdot r / \gamma$

ただし、

$\max(f_{xrl}, f_{xrr})$ ：左後輪の目標前後力 $f_{xrl}$ と右後輪の目標前後力 $f_{xrr}$ とのうち大きい方

$r$  : 各車輪10のタイヤ半径

$\gamma$  : デファレンシャル28のギヤ比

次に、出力トルクの制御可能範囲を考慮した最終的な目標トランスマッキン出力トルク  $t_{td}$  が、その制御可能範囲の上限値  $LMT_{up}$  を超える場合にはその上限値、下限値  $LMT_{lo}$  を下回る場合にはその下限値、制御可能範囲内にある場合には暫定的な目標トランスマッキン出力トルク  $t_{td0}$  と一致するように決定される。

【0339】なお付言すれば、出力トルクの制御可能範囲の上限値  $LMT_{up}$  および下限値  $LMT_{lo}$  は、後述のパワートレイン制御部400(図24参照)から供給される。

【0340】b. 目標ブレーキトルク演算部382

この目標ブレーキトルク演算部382においては、左右前輪については、目標前後力  $f_{xfl}$ 、 $f_{xfr}$  が車両減速力である場合に、その目標前後力がそのまま、下位のブレーキ制御部402(図24参照)に対して指令される。

【0341】具体的には、左前輪と右前輪とのそれぞれの目標ブレーキトルク  $b_{tfl}$ 、 $b_{tfr}$  が、次式により演算される。

【0342】 $t_{bfl} = f_{xfl} \cdot r$

$t_{bfr} = f_{xfr} \cdot r$

ただし、

$r$  : 各車輪10のタイヤ半径

これに対し、左右後輪については、トランスマッキン24の出力トルク  $t_{td}$  が併存する場合があることを考慮して、下位のブレーキ制御部402に対して指令すべき目標ブレーキトルクが決定される。

【0343】具体的には、左後輪と右後輪とのそれぞれの目標ブレーキトルク  $b_{trl}$ 、 $b_{trr}$  が、次式により演算される。

【0344】

$t_{bfl} = f_{xfl} \cdot r + t_{te} / \gamma / 2$

$t_{bfr} = f_{xfr} \cdot r + t_{te} / \gamma / 2$

ただし、「 $t_{te}$ 」は、トランスマッキン24の出力トルクの推定値を表す。

【0345】なお付言すれば、その推定出力トルク  $t_{te}$  も、パワートレイン制御部400から供給される。

【0346】c. 路面  $\mu$  推定部384

この路面  $\mu$  推定部384は、下位分配部382より下位に位置するパワートレイン制御部400と後述のブレーキ制御部402(図24参照)とから供給される情報に基づき、路面  $\mu$  を高精度で推定する部分である。

【0347】この路面  $\mu$  推定部384においては、まず、車速  $V$  と各車輪10の車輪速度との差である車輪スリップ速度の絶対値に基づき、各車輪10のスリップの有無が逐次判定される。具体的には、各車輪10ごとに、前回の判定時には車輪スリップ速度が設定値(例え

ば、 $3 km/h$ )未満であったが、今回の判定時にはその設定値以上であるか否かが判定され、そうであれば、今回は車輪スリップの開始時であると判定される。

【0348】今回は車輪スリップの開始時であると判定された場合には、さらに、スリップが開始したと判定された各車輪10ごとに、推定車輪力を推定上下力で割り算することにより、路面  $\mu$  が推定される。推定車輪力は、推定前後力と推定横力との合力である。推定横力と推定上下力とは前述の式を用いて演算される。

【0349】推定前後力は、パワートレイン制御部400から下位分配部342に供給される、トランスマッキン24の推定出力トルク  $t_{te}$  と、ブレーキ制御部402から下位分配部342に供給される、左前輪、右前輪、左後輪および右後輪のそれぞれの推定ブレーキトルク  $b_{tfl}$ 、 $b_{tfr}$ 、 $b_{trl}$ 、 $b_{trr}$  に基づいて演算される。

【0350】具体的には、左前輪、右前輪、左後輪および右後輪のそれぞれの推定前後力  $f_{xfl}$ 、 $f_{xfr}$ 、 $f_{xrl}$ 、 $f_{xrr}$  は、次式を用いて演算される。

$$f_{xfl} = b_{tfl} / r$$

$$f_{xfr} = b_{tfr} / r$$

$$f_{xrl} = b_{trl} / r + t_{te} / \gamma / 2$$

$$f_{xrr} = b_{trr} / r + t_{te} / \gamma / 2$$

そして、各車輪10ごとに、推定前後力の二乗と推定横力の二乗の和の平方根として推定車輪力が演算される。

【0352】以上のようにして推定された路面  $\mu$  は精度が高いため、例えば、この下位分配部342より上位に位置する要素、例えば、上位分配部340に供給し、その高精度の路面  $\mu$  を利用することにより、上位要素が用いる演算モデル(例えば、車両モデル、車輪-操舵系モデル、車輪-サスペンション系モデル)すなわち演算ロジックの修正を支援することが可能である。

【0353】以上、下位分配部342の機能を説明したが、図27には、図3における下位分配部用モジュールの内容がフローチャートで概念的に表されている。

【0354】この下位分配部用モジュールにおいては、まず、S101において、前述の目標トランスマッキン出力トルクが演算される。このS101は、目標トランスマッキン出力トルク演算部380を構成している。

【0355】次に、S102において、前述の目標ブレーキトルクが演算される。このS102は、目標ブレーキトルク演算部382を構成している。

【0356】その後、S103において、前述のようにして各車輪10ごとに路面  $\mu$  が推定される。このS103が、路面  $\mu$  推定部384を構成している。

【0357】以上で、この下位分配部用モジュールの一回の実行が終了する。

制御部344は、図23に示すように、次の部分を含むように構成されている。

【0358】a. パワートレイン制御部400

このパワートレイン制御部400は、下位分配部342から供給されたパワートレイン関連分配量に基づき、エンジン用アクチュエータ70と、トランスミッション用アクチュエータ72とをそれぞれ制御する部分である。

【0359】このパワートレイン制御部400の機能が図28にパワートレイン制御モジュール（図3参照）としてフローチャートで表されている。

【0360】このパワートレイン制御モジュールにおいては、まず、S131において、目標トランスミッションギヤ段が決定される。

【0361】具体的には、路面 $\mu$ が設定値（例えば、0.6）より高い場合には、車速Vとアクセル操作ストロークに基づき、一般的な変速規則に従って、トランスミッション24における目標ギヤ段が決定される。これに対し、路面 $\mu$ が設定値以下である場合には、一般的な変速規則に従って決定された目標ギヤ段より1段高いギヤ段が目標ギヤ段として決定される。

【0362】このS131においては、さらに、その決定された目標ギヤ段を実現するためにトランスミッション28においてシフトダウンが必要である場合には、目標トランスミッション出力トルクの許容範囲内の下方修正（例えば、10パーセント以内の低下）によってそのシフトダウンを回避できるか否かが判定される。頻繁なシフトダウンを回避し、車両の快適性を向上させるためである。

【0363】このように、このパワートレイン制御部400には、それより上位の下位分配部342からの指令値を許容範囲内で修正できる権限が与えられているのである。

【0364】次に、S132において、目標エンジントルクが演算される。具体的には、前述の目標トランスミッション出力トルクをトランスミッション28のギヤ比で割り算し、さらに、その割り算した値を、トルクコンバータ22の推定トルク比で割り算することにより演算される。

【0365】推定トルク比は、トルクコンバータ22のアウトプットシャフトの回転数をエンジン14の回転数で割り算した値である速度比に基づいて推定される。それら速度比と推定トルク比との関係の一例が図29に表形式で表されている。

【0366】その後、S133において、演算された目標トランスミッションギヤ段と目標エンジントルクとを実現するための各指令値がそれぞれ、トランスミッション用アクチュエータ72とエンジン用アクチュエータ70とに出力される。

【0367】以上で、このパワートレイン制御モジュールの一回の実行が終了する。

【0368】なお付言すれば、このパワートレイン制御部400は、前述のように、図24に示すように、目標トランスミッション出力トルク演算部380には前述の制御可能範囲の上限値LMTupおよび下限値LMTlo、目標ブレーキトルク演算部382には推定出力トルクt<sub>te</sub>、路面 $\mu$ 推定部384にも推定出力トルkt<sub>te</sub>をそれぞれ供給するように設計されている。

【0369】b. ブレーキ制御部402

このブレーキ制御部402は、図3に示すブレーキ制御モジュールを前記コンピュータ90に実行させることにより、前記目標ブレーキトルクbtfl、btfr、btrl、btrrを実現するための指令値を各車輪10に関連付けてブレーキ用アクチュエータ80に出力する。

【0370】ブレーキ56の形式が、各車輪10と共に回転する回転体に摩擦材を圧力により押圧する形式である場合には、各車輪10の目標ブレーキ圧bpfl、bpfr、bprl、bprrは、例えば、次式により演算することが可能である。

$$20 \quad [0371] \quad bpfl = btfl \cdot kb_f$$

$$bpfr = btfr \cdot kb_f$$

$$bprl = btrl \cdot kb_f$$

$$bprr = btrr \cdot kb_f$$

ただし、

$kb_f$ ：左右前輪用のブレーキ56に設定されたブレーキ換算係数（既知）

$kb_r$ ：左右後輪用のブレーキ56に設定されたブレーキ換算係数（既知）

c. ステアリング制御部404

このステアリング制御部404は、上位分配部340から供給されたステアリング関連分配量に基づき、操舵反力付与装置用アクチュエータ74と、フロントステアリング装置用アクチュエータ76と、リヤステアリング装置用アクチュエータ78とをそれぞれ制御する部分である。

【0372】このステアリング制御部404の機能が図30にステアリング制御モジュール（図3参照）としてフローチャートで表されている。

【0373】このステアリング制御モジュールにおいては、まず、S151において、上位分配部340から供給された目標前輪スリップ角 $\alpha_f d$ および目標後輪スリップ角 $\alpha_r d$ に基づき、目標前輪舵角 $\delta_f d$ および目標後輪舵角 $\delta_r d$ がそれぞれ演算される。

【0374】本実施形態においては、それら目標前輪舵角 $\delta_f d$ および目標後輪舵角 $\delta_r d$ がそれぞれ次式により演算される。

$$[0375] \quad \delta_f d = \beta + L_f \cdot y_r / V - \alpha_f d$$

$$\delta_r d = \beta - L_r \cdot y_r / V - \alpha_r d$$

次に、S152において、路面 $\mu$ が高精度で推定される。本実施形態においては、車輪の動的挙動を記述し得

る車両一操舵系モデルのもとに、各車輪10のセルフアライニングトルクに基づき、左右前輪に関して、路面 $\mu$ が推定される。

【0376】具体的には、特開平6-221968号公報に記載されているように、各車輪10のコーナリングフォースに対するセルフアライニングトルクの増加勾配は路面 $\mu$ に応じて異なるという現象を利用することにより、それらコーナリングフォースおよびセルフアライニングトルク相互の関係に基づき、路面 $\mu$ が推定される。

【0377】ここに、コーナリングフォースは、例えば、前記公報に記載されているように、横加速度 $g_y$ とヨー角加速度 $d_y r$ とに基づいて推定することが可能である。また、セルフアライニングトルクは、例えば、前記公報に記載されているように、フロントステアリング装置50において左右前輪間に作用する軸力を検出することにより、推定することが可能である。

【0378】すなわち、このS152は、図24に示す路面 $\mu$ 推定部420を構成しているのである。

【0379】続いて、S153において、操舵反力付与装置4-8によってステアリングホイール44に発生させるべき目標操舵トルクが決定される。この目標操舵トルクは、例えば、操舵角 $\theta$ 、前輪舵角 $\delta_f$ 、その変化速度、路面 $\mu$ 等の車両状態量に基づき、予め定められた規則に従って決定される。

【0380】その後、S154において、決定された目標前輪舵角 $\delta_f d$ 、目標後輪舵角 $\delta_r d$ および目標操舵トルクをそれぞれ実現するための各指令値が、フロントステアリング装置50、リヤステアリング装置52および操舵反力付与装置48にそれぞれ出力される。

【0381】以上で、このステアリング制御モジュールの一回の実行が終了する。

【0382】d. サスペンション制御部406  
サスペンション制御部406は、図3に示すサスペンション制御モジュールを前記コンピュータ90に実行させることにより、上位分配部340から供給された各種制御量を実現するための指令値を各車輪10に関連付けてサスペンション用アクチュエータ82に出力する。

【0383】このサスペンション制御部406は、上位分配部340からの指令がない状態においては、自律的にサスペンション62を制御するための指令値をサスペンション用アクチュエータ82に出力する。

【0384】ここで、複数のアクチュエータ70ないし82のうち、エンジン用アクチュエータ70と、トランスマッision用アクチュエータ72と、ブレーキ用アクチュエータ80とをさらに説明する。

【0385】エンジン用アクチュエータ70は、制御部と駆動部（例えば、モータ）とを有している。

【0386】その制御部においては、パワートレイン制御部400から供給された目標エンジントルクを実現するための制御目標値、すなわち、エンジン14のスロッ

トル開度、燃料噴射量、点火タイミング、バルブタイミング、バルブリフト量等が、予め定められた規則に従って決定される。

【0387】その制御部においては、さらに、そのようにして決定された制御目標値に対応する信号が上記駆動部に出力され、その信号に応じた駆動部の駆動により、目標エンジントルクが実現される。

【0388】トランスマッision用アクチュエータ72も、制御部と駆動部（例えば、ソレノイド）とを有している。

【0389】その制御部においては、パワートレイン制御部400から供給された目標ギヤ段を実現するための信号が上記駆動部に出力され、その信号に応じた駆動部の駆動により、目標ギヤ段が実現される。

【0390】ブレーキ用アクチュエータ80も、制御部と駆動部（例えば、ソレノイド、モータ）とを有している。

【0391】その制御部においては、ブレーキ制御部402から供給された目標ブレーキ圧を実現するための信号が上記駆動部に出力され、その信号に応じた駆動部の駆動により、目標ブレーキ圧が実現される。

【0392】なお付言すれば、本実施形態においては、上位指令部210から下位指令部212に供給される目標前後加速度 $g_x 6$ が、幅を有しない値とされているが、幅を有する値とすることができる。

【0393】この場合、下位指令部212は、例えば、幅を有する目標前後加速度 $g_x 6$ の範囲内で複数の離散値を設定し、それら離散値のそれぞれについて、前述の手法に従って最終的な目標前後加速度 $g_x d$ を演算し、

30 そのようにして演算された複数の目標前後加速度 $g_x d$ の中から1つを選択することができる。

【0394】その選択の条件としては、例えば、それら複数の目標前後加速度 $g_x d$ のうち、もとの目標前後加速度 $g_x 6$ の幅の範囲内にあるという条件を設定したり、アクチュエータによるエネルギー消費量が最小であるという条件を設定することが可能である。

【0395】さらに、このように目標前後加速度 $g_x 6$ に幅を持たせる場合、その幅を運転者の好み等に応じて変化させることができるのである。

40 【0396】さらにまた、このように目標前後加速度 $g_x 6$ に幅を持たせる場合、その目標前後加速度 $g_x 6$ が正の値であり、車両を加速させることが必要であるときには、幅を持たせるが、負の値であり、車両を減速させることが必要であるときには、幅を持たせないようにすることができる。

【0397】このようにすれば、車両を減速させることが必要であるときに、目標前後加速度 $g_x 6$ の大きさが可及的に忠実に下位指令部212および実行部214により実現される傾向が強くなり、その結果、車両の安全性が向上させることができるのである。

【0398】さらに付言すれば、本実施形態においては、前記運動制御装置のソフトウェア構成が体系的に階層化されるとともに、各層においてコンピュータ90により実行されるモジュールは、そのすぐ下位のモジュールがどのような特性を持ち、しかも、それらモジュールが互いにどのような影響を及ぼし合うかを反映した最小限のモデルをコンピュータ90による演算に用いる。さらに、各層は、そのような演算により取得された指令値を、すぐ下位の層に供給する。

【0399】そして、本実施形態においては、上位の層から下位の層への正方向の情報伝達（例えば、図23において矢印付きの実線で示す）のみならず、下位の層から上位の層への逆方向の情報伝達（例えば、同図において矢印付きの破線で示す）も行われる。

【0400】このような双方向の情報伝達を行うのは、上位の層が下位の層に出力した指令値がその下位の層によって実際にどの程度実現されているのかを上位の層に考慮させ、それにより、上位の層に学習させる機会を与えてその上位の層による指令値の決定精度を向上させるためである。

【0401】例えば、上位分配部340または下位分配部342が、路面μの推定値を用いて指令値を決定して制御部344に供給したが、路面μの実際値がその推定値より低い場合があり得る。

【0402】この場合、そのような路面μの推定精度の不足が原因で、上位分配部340または下位分配部342からの指令値を制御部344が精度よく実現できない場合があり得る。

【0403】この場合、制御部344は、その指令値の実際の達成度を表す情報を上位分配部340または下位分配部342に戻す。その後、上位分配部340または下位分配部342は、先に出力した指令値の実際の達成度に基づき、その指令値を決定するために用いた演算モデル（例えば、車輪モデル、タイヤモデル）を修正する。

【0404】さらに付言すれば、本実施形態においては、前記運動制御装置の入力側と出力側とが電気的経路以外の経路によって互いに接続されていない。そのため、万一その電気的経路が故障すると、前記運動制御装置の基本機能が維持できない可能性がある。

【0405】そこで、本実施形態においては、そのような緊急時のためのバックアップシステムが用意されている。これは、緊急時には、例えば、操作情報取得装置120とアクチュエータ70ないし82とを直結させて、操作情報に従ってアクチュエータ70ないし82を作動させるシステムである。

【0406】図31には、そのバックアップシステムが記載されている。このバックアップシステムにおいては、緊急時には、アクセル操作ストロークセンサ130からの信号がエンジン用アクチュエータ70とトランス

ミッション用アクチュエータ72とにそれぞれ供給されるとともに、エンジン回転数センサ176からの信号がエンジン用アクチュエータ70とトランスマッision用アクチュエータ72とにそれぞれ供給される。

【0407】さらに、同図に示すように、緊急時には、ブレーキ操作力センサ134からの信号がブレーキ用アクチュエータ80に供給されるとともに、操舵角センサ140からの信号がフロントステアリング装置用アクチュエータ76に供給される。

【0408】このバックアップシステムにおいては、緊急時には、アクセル操作ストロークセンサ130による検出値と、エンジン回転数センサ176による検出値とに応じ、予め定められた関係に従い、目標エンジントルクが決定され、その決定値が実現されるようにエンジン用アクチュエータ70が制御される。

【0409】さらに、緊急時には、アクセル操作ストロークセンサ130による検出値と、エンジン回転数センサ176による検出値とに応じ、予め定められた関係に従い、目標ギヤ段が決定され、その決定値が実現されるようにトランスマッision用アクチュエータ72が制御される。

【0410】さらに、緊急時には、ブレーキ操作力センサ134による検出値に応じ、予め定められた関係に従い、目標制動力（例えば、ブレーキ56が圧力式である場合には目標ブレーキ圧、電動式である場合には目標モータ電力信号）が決定され、その決定値が実現されるようにブレーキ用アクチュエータ80（例えば、ソレノイドバルブ、電動モータ等）が制御される。

【0411】さらに、緊急時には、操舵角センサ140による検出値に応じ、予め定められた関係に従い、目標前輪舵角が決定され、その決定値が実現されるようにフロントステアリング装置用アクチュエータ76が制御される。目標前輪舵角は、例えば、操舵角センサ140による検出値を固定または可変のステアリングギヤ比で割り算することにより決定することが可能である。

【0412】以上、本発明の具体的な実施の形態の一つを図面に基づいて詳細に説明したが、これは例示であり、前記【課題を解決するための手段および発明の効果】の欄に記載の態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した他の形態で本発明を実施することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に従う統合型車両運動制御装置が搭載された車両を示す平面図である。

【図2】図1における統合型車両運動制御装置のハードウェア構成を概念的に示すブロック図である。

【図3】図1におけるROMの構成を概念的に示すブロック図である。

【図4】図1における統合型車両運動制御装置により実現される機能およびソフトウェア構成を説明するため

のブロック図である。

【図5】図4における操作情報取得装置を概念的に示すブロック図である。

【図6】図4における車両情報取得装置を概念的に示すブロック図である。

【図7】図4における環境情報取得装置を概念的に示すブロック図である。

【図8】図4における上位指令部210の詳細を示すブロック図である。

【図9】図8における信号処理部242を概念的に示すブロック図である。

【図10】図8における信号処理部244を概念的に示すブロック図である。

【図11】図8におけるg×1演算部260の実行内容を説明するためのグラフである。

【図12】図8におけるg×1演算部260の実行内容を説明するための別のグラフである。

【図13】図8における運転補助制御部264を概念的に示すブロック図である。

【図14】図8における運転補助制御部282を概念的に示すブロック図である。

【図15】図3における上位指令部用モジュールの内容を概念的に表すフローチャートである。

【図16】図4における下位指令部212の詳細を示すブロック図である。

【図17】図16における目標車両状態量演算部302の詳細を示すブロック図である。

【図18】図16における制御量演算部304の詳細を示すブロック図である。

【図19】図18における目標前後加速度演算部324の実行内容を説明するためのブロック線図である。

【図20】図18における目標前後加速度演算部324の実行内容を説明するための別のブロック線図である。

【図21】図18における目標前後加速度演算部324の実行内容を説明するためのさらに別のブロック線図である。

【図22】図3における下位指令部用モジュールの内容を概念的に表すフローチャートである。

【図23】図4における実行部214およびアクチュエータの詳細を示すブロック図である。

【図24】図23における上位分配部340、下位分配部342および制御部344の詳細を示すブロック図である。

【図25】図24における目標タイヤ前後力演算部370の実行内容を概念的に表すフローチャートである。

【図26】図3における上位分配部用モジュールの内容を概念的に表すフローチャートである。

【図27】図3における下位指令部用モジュールの内容を概念的に表すフローチャートである。

【図28】図3におけるパワートレイン制御モジュールの内容を概念的に表すフローチャートである。

【図29】図28におけるS131において用いられる速度比-推定トルク比間の関係を表形式で示す図である。

【図30】図3におけるステアリング制御モジュールの内容を概念的に表すフローチャートである。

【図31】図1に示す統合型車両運動制御装置におけるバックアップシステムを概念的に示すブロック図である。

【符号の説明】

70ないし82 アクチュエータ

90 コンピュータ

120 操作情報取得装置

122 車両情報取得装置

124 環境情報取得装置

210 上位指令部

212 下位指令部

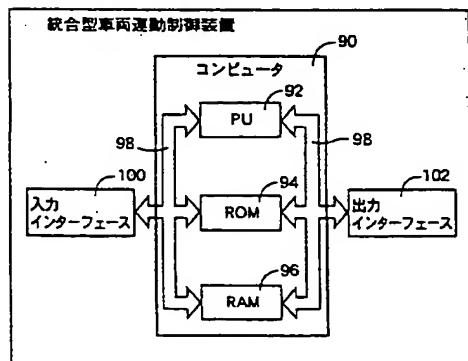
214 実行部

340 上位分配部

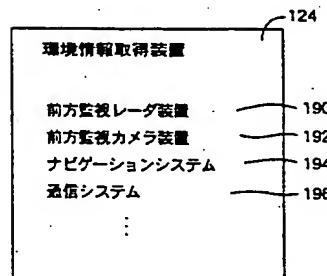
342 下位分配部

344 制御部

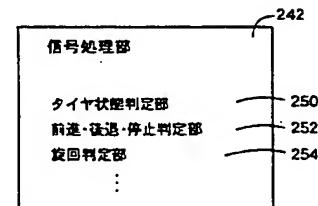
【図2】



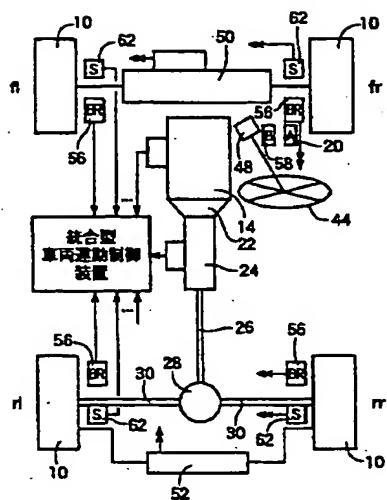
【図7】



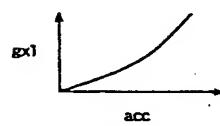
【図9】



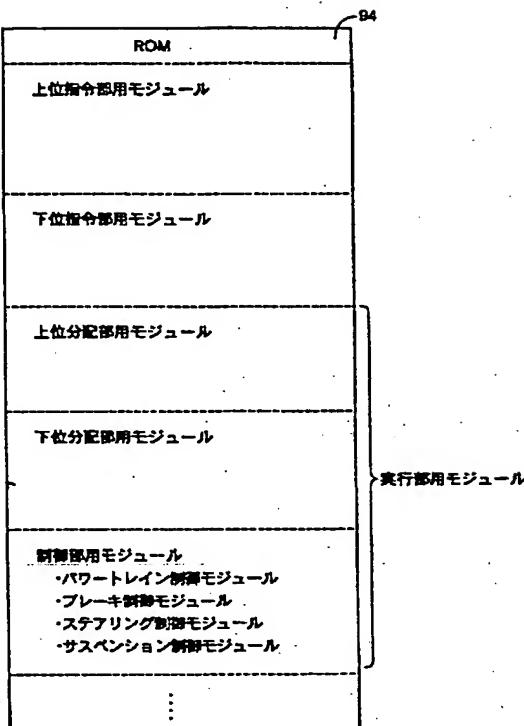
【図1】



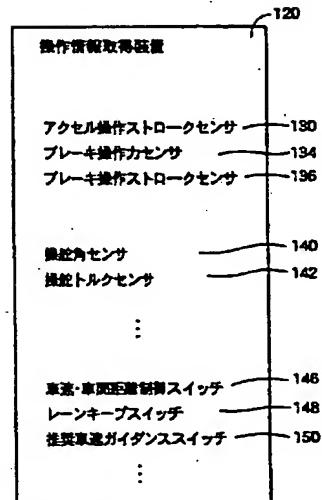
【図1-1】



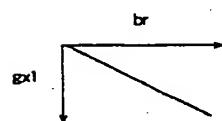
【図3】



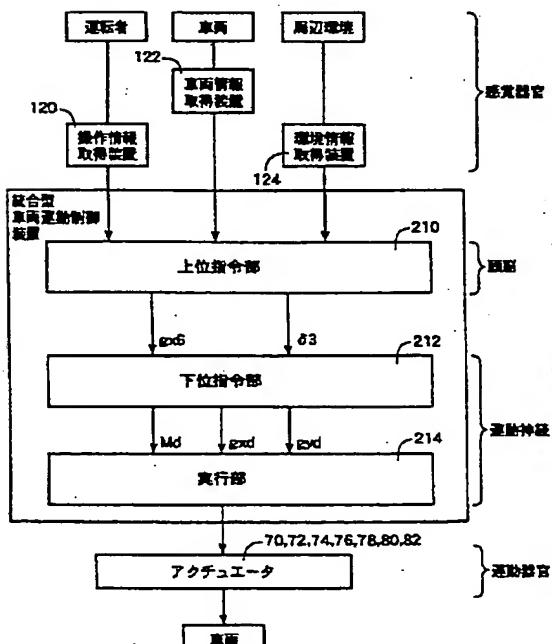
【図5】



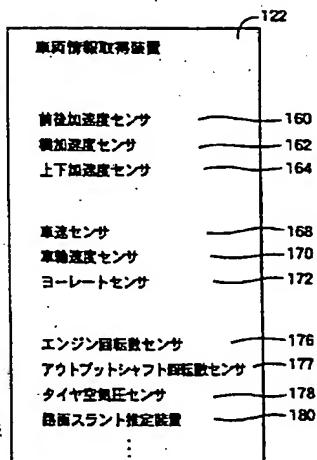
【図1-2】



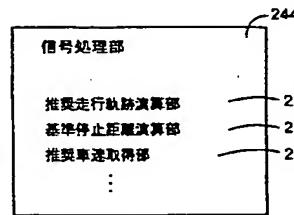
【図4】



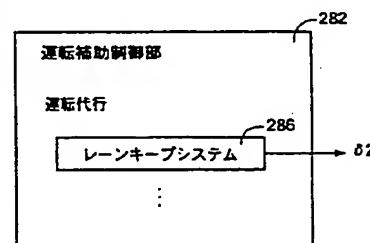
【図6】



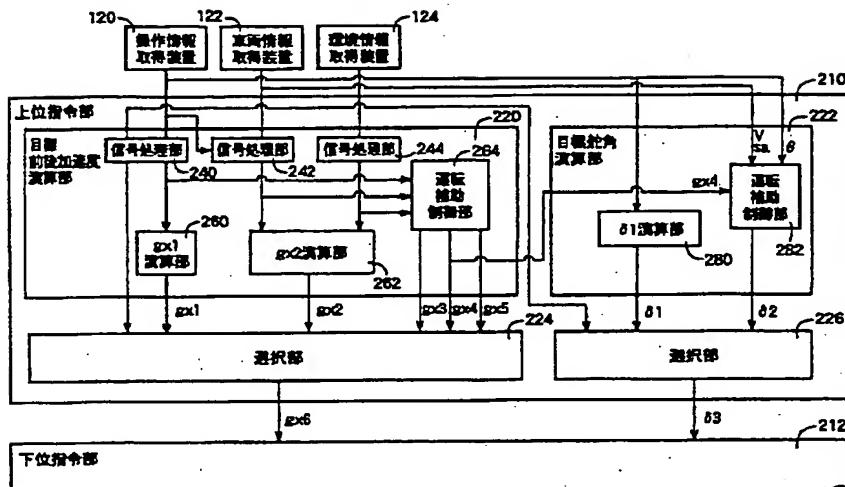
【図1-0】



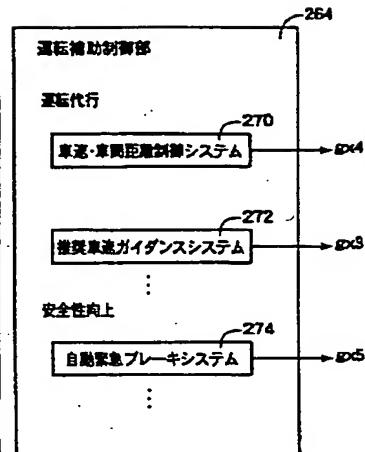
【図1-4】



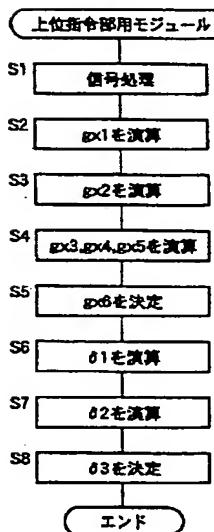
【図8】



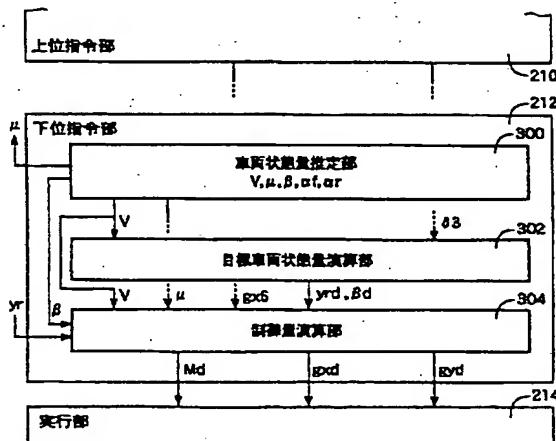
【図13】



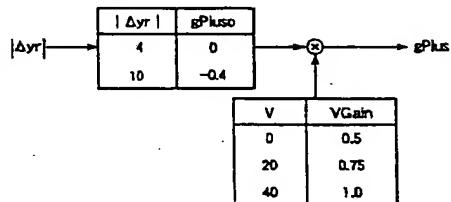
【図15】



【図16】

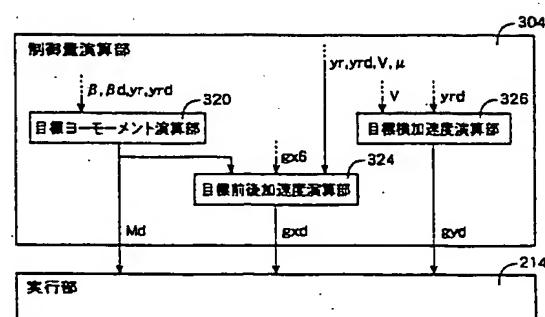
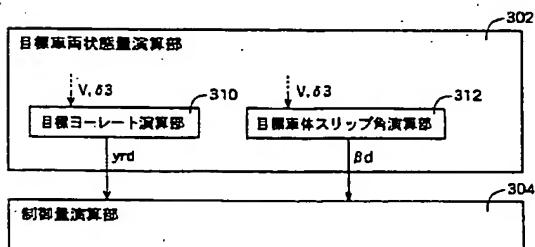


【図19】

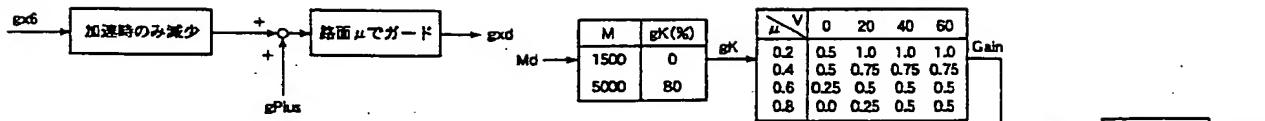


【図18】

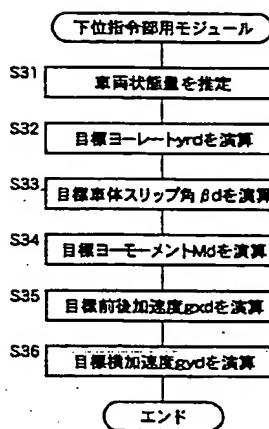
【図17】



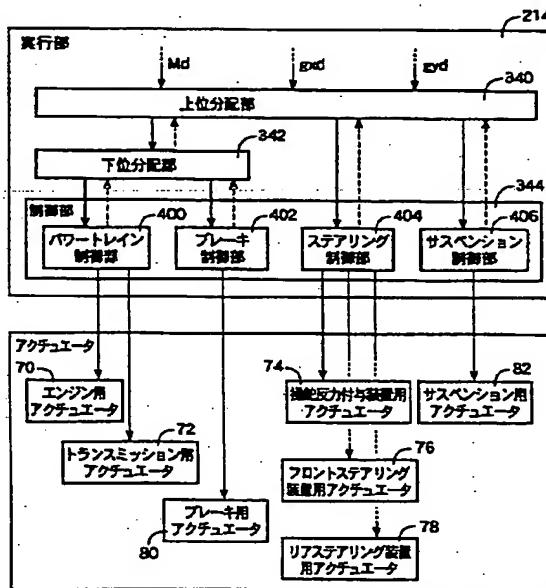
【図20】



【図22】

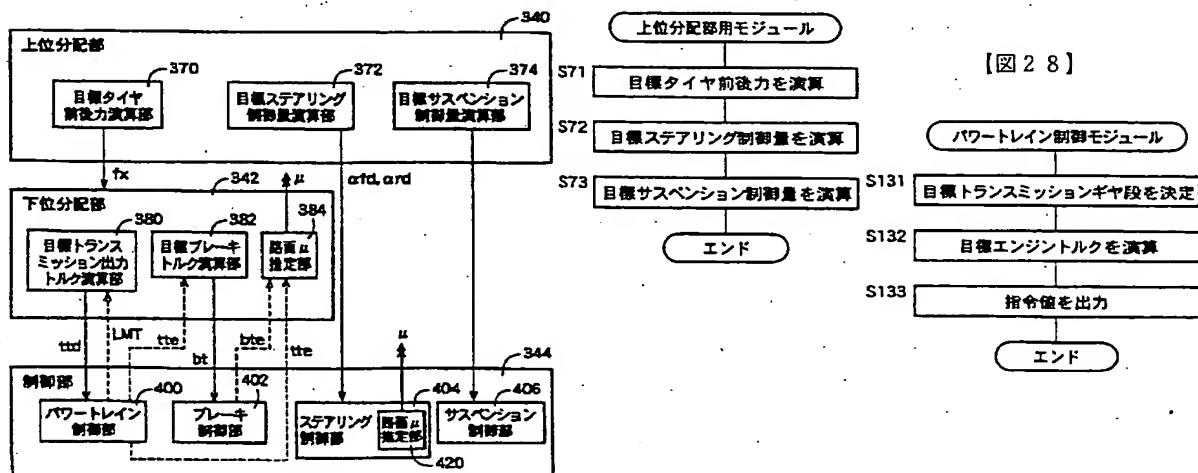


【図23】



【図24】

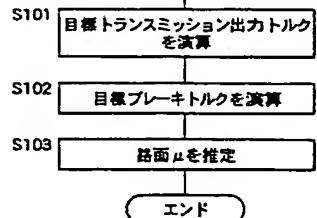
【図26】



【図28】

エンド

【図27】

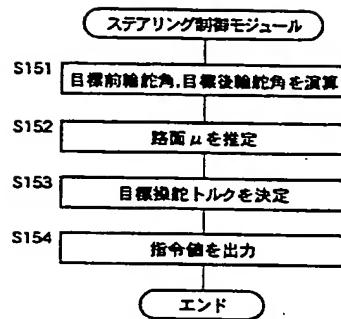


エンド

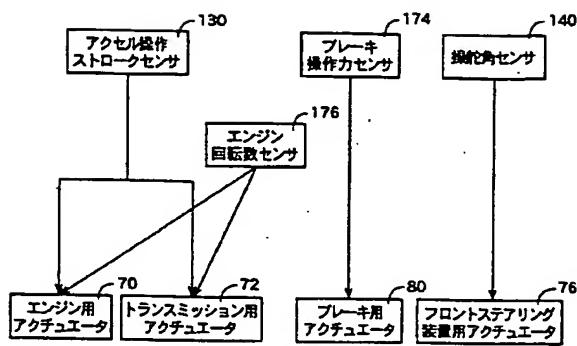
【図29】

速度比	推定トルク比
0.000	1.846
0.100	1.767
0.200	1.690
0.300	1.608
⋮	⋮
0.941	0.997
0.950	0.997

【図30】



【図31】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 6 0 K 41/00		B 6 0 K 41/00	3 0 1 H 3 0 1 Z
B 6 0 G 17/015		B 6 0 G 17/015	
B 6 0 R 16/02	6 6 0	B 6 0 R 16/02	6 6 0 B 6 6 0 F 6 6 0 H 6 6 0 T 6 6 1 Z
	6 6 1		6 2 4 B
21/00	6 2 4	21/00	6 2 4 C 6 2 4 G
	6 2 7		6 2 7
	6 2 8		6 2 8 C
B 6 0 T 8/00		B 6 0 T 8/00	B
8/58		8/58	E
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	
// B 6 0 K 6/02		101:00	
B 6 2 D 101:00		111:00	
111:00		113:00	
113:00		119:00	
119:00		127:00	
127:00		133:00	
133:00		137:00	
137:00		B 6 0 K 9/00	E

F ターム(参考) 3D001 AA02 AA12 DA17 EA06 EA07  
EA08 EA22 EA32 EA34 EA36  
EA43 EB02 ED02  
3D032 CC01 CC03 CC21 CC48 CC50  
DA03 DA15 DA23 DA25 DA29  
DA33 DA49 DA82 DA83 DA84  
DB11 DB20 DC25 DC40 DD02  
DD17 DE02 DE20 EB04 EB12  
EC22 FF01 FF02 FF03 FF07  
GG01  
3D041 AA31 AA41 AA66 AB01 AC01  
AC08 AC15 AC26 AC30 AD00  
AD01 AD02 AD10 AD41 AD46  
AD47 AD48 AD50 AD51 AD52  
AE00 AE01 AE02 AE09 AE30  
AE41 AE45 AF09  
3D046 BB17 BB18 BB21 FF09 GG02  
GG06 GG10 HH02 HH05 HH07  
HH08 HH17 HH20 HH21 HH22  
HH25 HH26 HH35 HH36 HH46  
HH49